# บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

เกษม จันทร์แก้ว นิพนธ์ ตั้งธรรม และทวี แก้วละเอียด. 2512. การหาความคงทนของดินในระดับความสูงต่างๆ เพื่อการปรับปรุงลุ่มน้ำบนภูเขา. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 2 : ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

กรมวิชาการเกษตร. 2544. ดินและปุ๋ย. ผลงานวิชาการ ประจำปี 2543 เอกสารประกอบการประชุม ประจำปี 2544 เล่มที่ 4 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

กรมวิชาการเกษตร. 2546. ข้อมูลพื้นฐานยางพารา. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์บริษัท ยูนิตี้แอนโปรเกรสโซลูชัน จำกัด เชียงใหม่. ISBN : 974-403-182-4.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. ISBN : 974-436-434-3.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10 โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพมหานคร.

ดารุณี โกศัยเสวี. 2547. การผลิตยางชำถุงคุณภาพมาตรฐาน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

ถวิลย์ ครุฑกุล. 2530. การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

นิพนธ์ ตั้งธรรม และเกษม จันทร์แก้ว. 2513. การหาความคงทนของดินบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าโดยอาศัย Dispersion ratio. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 3 ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

นุชนาฏ ณ ระนอง. 2547. การแปรรูปยาง. ในเอกสารวิชาการยางพารา เอกสารวิชาการลำดับที่ 12/2547 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร. ISBN : 974-436-347-9. หน้า 169-203.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2534. ระดับปุ๋ย N P K และ Mg ที่เหมาะสมกับยางอ่อนในดินเหนียวในสวนยางปลูกแทนรอบสอง. ศูนย์วิจัยยางสงขลา กลุ่มวิจัยและพัฒนาการผลิตยาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2547. การปลูกและการดูแลรักษา. ในเอกสารวิชาการยางพารา เอกสารวิชาการลำดับที่ 12/2547 กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. ISBN : 947-436-347-9. หน้า 54.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2549. การใช้ปุ๋ยในสวนยาง. เอกสารวิชาการ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร 26 หน้า.

นุชนารถ กังพิศดาร ไววิทย์ บูรณะธรรม ชำนาญ บุญเลิศ และอนันต์ เฉลิมพนาพันธ์. 2541. ศึกษาระดับปุ๋ย N P K และ Mg ที่เหมาะสมกับยางอ่อนในดินร่วนเหนียวในสวนยางปลูกแทนรอบสอง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

ปนัดดา คำรัตน์. 2545. ประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้นในการกำจัดตะกั่วและปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2547 ประกาศฉบับที่ 25 ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง ลงวันที่ 20 ตุลาคม 2547.

ปรัชญา ธัญญาดี. 2532. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานคร.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพมหานคร.

พิชิต สพโชค. 2547. การกรีดยาง. ในเอกสารวิชาการยางพารา เอกสารวิชาการลำดับที่ 12/2547 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ดอกเบี้ย กรุงเทพมหานคร. ISBN: 947-436-347-9. หน้า 148-167.

พิศมัย จันทุมา ปราโมทย์ สุวรรณมงคล อารักษ์ จันทุมา เฉลิมพงษ์ ขาวช่วง พิบูลย์ เพ็ชร์ยิ่ง และสว่างรัตน์ สมนาค. 2539. ศึกษาวัสดุและอัตราการผสมดินเพื่อชำยางในถุง. เอกสารวิชาการ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

เล็ก มอญเจริญ. 2522. การสำรวจและจำแนกดินไร่ของประเทศไทย. รายงานการสัมมนาเรื่องสถานการณ์ดินและปุ๋ยของประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

วราศรี เถกประสิทธิ์. 2542. คุณลักษณะกากขี้แป้งและอัตราการเกิดกากขี้แป้งของอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 5 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี 24-26 มีนาคม 2542. หน้า ENVI31- ENVI36.

วราศรี เถกปรสิทธิ์. 2543. การใช้ประโยชน์จากกากขี้แป้งทดสอบกับการปลูกหญ้าสนาม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วลัยพร ผ่อนผัน. 2547. การใช้ประโยชน์กากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในรูปสารบำรุงดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แววตา วาสนานุกูล สุภาพร จันรุ่งเรือง ปรัชญา ธัญญาดี และปรีดี ดีรักษา. 2534. ปุ๋ยคอกในการปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

วันชัย แก้วยอด. 2540. การตรวจสอบการจัดการน้ำเสียโรงงานยาง: กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2545. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2545. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ศุภมิตร ลิมปีไชย. 2547. การผลิตและการขยายพันธุ์ยาง. เอกสารวิชาการยางพารา กรมวิชาการเกษต กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ดอกเบี้ย กรุงเทพมหานคร. ISBN: 947-436-347-9.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์. 2545. การจัดการของเสียอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ์ กลิ่นสุคนธ์. 2525. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม. โรงพิมพ์สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร. หน้า 159-166.

สถาบันวิจัยยาง. 2531. การผลิตยางธรรมชาติ. เอกสารวิชาการ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยยาง. 2536. เอกสารวิชาการเรื่องยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. ISBN: 974-7621-67-3.

สถาบันวิจัยยาง. 2544. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับยางพารา. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยยาง. 2545. คำแนะนำพันธุ์ยาง ปี 2542. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยยาง. 2547. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2547. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. ISBN: 974-436-356-9.

สถาบันวิจัยยาง. 2549. คู่มือยางพารา สำหรับเกษตรกรโครงการปลูกยางใหม่ 1 ล้านไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2550. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร.

โสภา โพธิวัตถุธรรม เวท ไทยนุกูล และลิขิต นวลศรี. 2535. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของยางชำถุง. รายงานผลวิจัย การจัดการดินปุ๋ยและน้ำ การประชุมกลุ่มยาง ณ โรงแรมสตาร์ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง. วันที่ 27-29 มกราคม 2536.

โสภา โพธิวัตถุธรรม สมพร พันธ์พณาสกุล และอภิชาต จงสกุล. 2539. การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของของต้นยางอ่อนที่ปลูกในดินเหนียว. เอกสารวิชาการ การรายงานผลวิจัย การประชุมกลุ่มยางพารา กรุงเทพมหานคร.

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี ณัฐพงศ์ นิธิอุทัย และวิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐธรรม. 2546. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียมปุ๋ยเหลวจากกากขี้แป้งน้ำยางข้น. งานวิจัยระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2547. คู่มือยางพารา. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์เทพพิทักษ์ กรุงเทพมหานคร. 352 หน้า.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2529. การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนน้ำเสียในรูปของปุ๋ยสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดฉะเชิงเทรา. สถาบันสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. 46 หน้า.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2536. การจัดการกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชน เพื่อนำศักยภาพความเป็นปุ๋ยมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. เอกสารวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ สสวท'36 "เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ" ธงชัย พรรณสวัสดิ์ มีนา พิทยโสภณกิจ ปราณี พันธุมสินชัย และ อินทิรา นิยมธูร (บรรณาธิการ) สมาคมวิศวสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หจก.ไฟน์อาร์ต พับลิชชิ่ง ISBN: 974-583-204-9. หน้า 149-155.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2541. การจัดการกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชน. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. 63 หน้า.

Ajmal, M. and Khan, A.U. 1984. Effect of brewery effluent on agriculture soil and crop plants. Environ. Pollut. (Series A) 33 : 341-351.

Alloway, B.J. 1990. Soil process and the behavior of metals : The origins of heavy metals in soils. In Heavy metals in soils. Alloway, B.J. (ed.). John Wiley & Son. Inc., New York. p. 7-39.

Banerjee, M.R., Burton, D.L. and Depoe, S. 1997. Impact of sewage sludge application on soil biological characteristics. Agric. Ecosyst. Environ. 66 : 241-249.

Baver, L.D. 1948. Soil physical. 2 nd. ed. New York: John Wiley and Sons.

Bingham, F.T., Page, A.L., Mahlar, R.J. and Ganje, T.J. 1975. Growth and cadmium accumulation of plant : Growth on the soil treated with a cadmium-enriched sewage sludge. J. Environ Oual. 4 (2) : 207-211.

Borchardt, J.A., Redman, W. J., Jones, G.E., and Sprague, R.T. 1981. Sludge and its ultimate disposal. Ann Arbor Science Publishers Inc., Michigan, USA. p. 281.

Boyd, S.A., Sommers, L.E. and Nelson,W. 1980. Change in the humic acid fraction of soil resulting from sludge application. J. Soil Sci. Soc. Am. 44: 1179-1186.

Brown, J.C., Ambler, J.E., Chaney, R.L. and Foy, C.D. 1970. Differentials response of plant genotypes to micronutrients. In Micronutrient in Agriculture. Eot Soil Sci. Soc. pp 389-418.

Chaney, R.L. 1980. Health risk associated with toxic metal in municipal sludge: Sludge-health risk of land application, Botton, G. and Damron, B.L. (eds.) Ann Arbor Science Publisher, Inc., Ann Arbon Michigan, USA. p. 59-83.

Chaney, R.L. 1983. Potential effect of waste constituents on food chain. In Land Treament of Hazardous Waste. Park Ridge. Parr, J.F. Marsh P.B. and Kla, J.M. (eds.) New Jersey : Noyes Data Crop. p. 152-240.

Chaussod, R. 1981. Valeur fertilisante ozote des bouse residyaires. Proceeding of secondary European symposium on treatment and use of sewage sludge Vienna: Dordrecht, Quoted in Hall, J. E. Predicting the nitrogen values of sewage sludge, Holland: D. Redial Publishing Company. p. 268-277.

Cunningham, J.D., Keen, D.R. and Ryan, J.A. 1975. Yield and metal composition of corn and grown on sewage sludge amended soil. J. Environ. Qual. 4 : 448-454.

Dea, G.B., Assri, A.A., Gabla, O.R. and Boa, D. 2001. Influence of soil preparation method on root and vegetative growth of rubber tree (*Hevea brasiliensis*) in the southwest Cote d' Ivoire. Soil & Tillage Research. 59 : 3-11.

Day, A.D. and Thompson, R.K. 1986. Fertilizer wheat : Wheat with dried sludge. Bio Cycle. 27 (8) : 30-32.

Day, A.D. and Thompson, R.K. and Tucker, T.C. 1983. Effects of dried sewage sludge on barley genotyps. J. Environ. Qual. 12 (2) : 213-215.

Dolar, S.G., Boyle, J.R., and Keeney, D.R. 1972. Paper mill sludge disposal on soil : Effects on the yield and mineral nutrition of oats (*Avena sativa* L.). J. Environ. Qual. 1 : 405-409.

Epstein, E., Taylar, J.M. and Chaney, R.L. 1976. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical property. J. Environ. Qual. 5 (4) : 422-426.

Follett, R.H., Murphy, L.S. and Donahne, R.L. 1981. Fertilizers and soil amendments. Prentice Hall Inc., New Jersey, USA.

Gilles, J.A., Kushwaha, R.L., Hwang, C.P. and Ford, R.J. 1989. Heavy metal residues in soil and crop from application of anaerobically digested sludge. J. WPCF. 61: 1673-1677.

Guidi, G. and Hall, J.E. 1984. Effects of sewage sludge on the physical and chemical properties of soil. In Processing and use of sewage sludge. Hermite P.L. and Ott H. (eds.) Holland : D. Reidal Publishing Company. p. 295-305.

Guha, M.M. and Yeow, K.H. 1966. Content of major nutrients in rubber growing soil of Malaysia. Proceeding 2nd Malay. Soil Cont. Kuala Lumper. p. 171-180.

Hall, J.E. and Coker, E.G. 1983. Some effects of sewage sludge on soil physical condition and plant growth. In The influences of sewage sludge application on physical and biological properties of soil. Cartoux, G., L. Hermite P., and Suess, E (eds.) Dordrecht: Reidal Publication Co.

Hartemink, A.E. 2006. Assessing soil fertility decline in the tropics using soil chemical data. Advance Agronomy. 89: 179-225.

Hasit, Y. 1986. Sludge treatment, utilization and disposal. J. WCPF 58: 510-515.

Korcak, R.K. and Fanning, D.S. 1978. Extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc by double acid versus DTPA and plant content at excessive soil levels. J. Environ. Qual. 7: 506-512.

Kramer, P.J. and Duke, J.B. 1969. Plant and soil water relationship. Mcgraw-Hill book company, Inc., USA.

Maclean, S. and Dekker, P. 1978. Heavy metal accumulation in crops grown on sewage sludge amended with metal salts. Biomedical and Life Sciences : 3-14.

Manson, J. (ed). 1988. Sewage sludge to land : A twelve-month operation. Water & waste Treatment. 31 : 4-6.

Mitchell, G.A., Bingham, E.T. and Page, A.L. 1978. Yield and metal composition of lettuce and wheat grown on soils amended by sewage sludge enriched with cadmium, copper, nickel, and zinc. J. Environ. Qual.7: 165-171.

Pengnoo, A., Leowarin, W., Koedsub, N. and Kanjanamaneesathian, M. 2002. Nitrogen mineralization in soil amended with mesocrap fiber of oil palm and other waste: A green study. Songklanakarin J. Sci Technol. 24 (1) : 1-8.

Peterson, J.R., Pietz, R.I. and Lue-Hing, C. 1979. Water, soil and crop quality of illinois coal mine spoils amended with sewage sludge. In Utilization of municipal sewage effluent and sludge on forest and disturbed land. Sopper, W. E., Kerr, S. N. (eds) The Pennsylvania State University Press. University Park, PA, p. 359-368

Pichtel, J.R., Dick, W.A. and Sutton, P. 1994. Comparison of amendments and management practices for long-term reclamation of abandoned mine land. J. Environ. Qual. 23 : 766-722.

Premi, P.R. and Cornfield, A. H. 1971. Incubation study of nitrogen mineralization in soil treated with dried sewage sludge. Environ. Pollut. 2 : 1-4.

Pushparajah, E. 1977. Nutrient status and fertilizer requirement of Malaysia soil for *Hevea brasiliesis*. D. Sc. Thesis Univ of Ghent, Belgium.

Rappaport, B.D., Marten, D.C. and Reneau R. B. 1986. Modification of heavy metals solubility in soil treated with sewage sludge. Proceeding processing and use of organic sludge and liquid agricultural waste. Hermite, P. L. (ed.) D. Raidal, Dorrdrecht. p. 478-484.

Schlipter, H.W. and Brockhaus, A. 1988. Experience in the appraisal of health risk owing to soil contamination, In Wolf, K. van den Brink, W.J. and Colon, F.J. (eds.) Contaminated soil '88. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherland. p. 403-414.

Siriratpiriya, O. 1996. Fertilizer from eutrophication substances in water : a profitable part of water pollution investment. The Third International Symposium of ETERNET-APR: Conservation of the Hydrospheric Environment, Bangkok, Thailand. p III-1-7.

Siriratpiriya, O. 1999. Promotion of sludge and wastewater reuse and cooperation with residents in Thailand. Seminar on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok, Japan International Cooperation Agency, Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok , Thailand. 2 pp.

Sneaffer, C.C. 1979. Soil temperature and sewage sludge effect on metals in crop tissue and soil. J. Environment. Qual. 9 : 505-511.

Sommers, L.F. 1977. Chemical composition of sewage sludge and analysis of their potential use as fertilizer, J. Environ. Qual. 6 (2) : 225-231.

Sopper, W.E. 1993. Municipal sludge use in land reclamation. Lewis Publishers.

Thainugul, W. 1986. Soil and leaf analysis as a basis of fertilizer recommendations for *Hevea brasiliensis* in Thailand. D.Sc. thesis, Univ. of Ghent, Belgium.

Troch, F. R., Hobbs, J. A. and Donahue, R. L. 1980. Soil and water conservation for productivity and environmental protection. Prentice- Hall, Inc., New Jersy, USA.

USEPA, 1983. Land application of municipal sludge. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, USA.

Utschig, J.M., Barbarick, K.A., Westfall, D. G., Follent, R. H. and Bridge, T.M. 1986. Liquid sludge vs. nitrogen fertilizer. Bio Cycle. 27 (7) : 30-33.

Warman, P.R.1986. Effect of fertilizer, pig manure, and sewage sludge on timothy and soil. J. Environ. Qual. 15 (2) : 95-100.

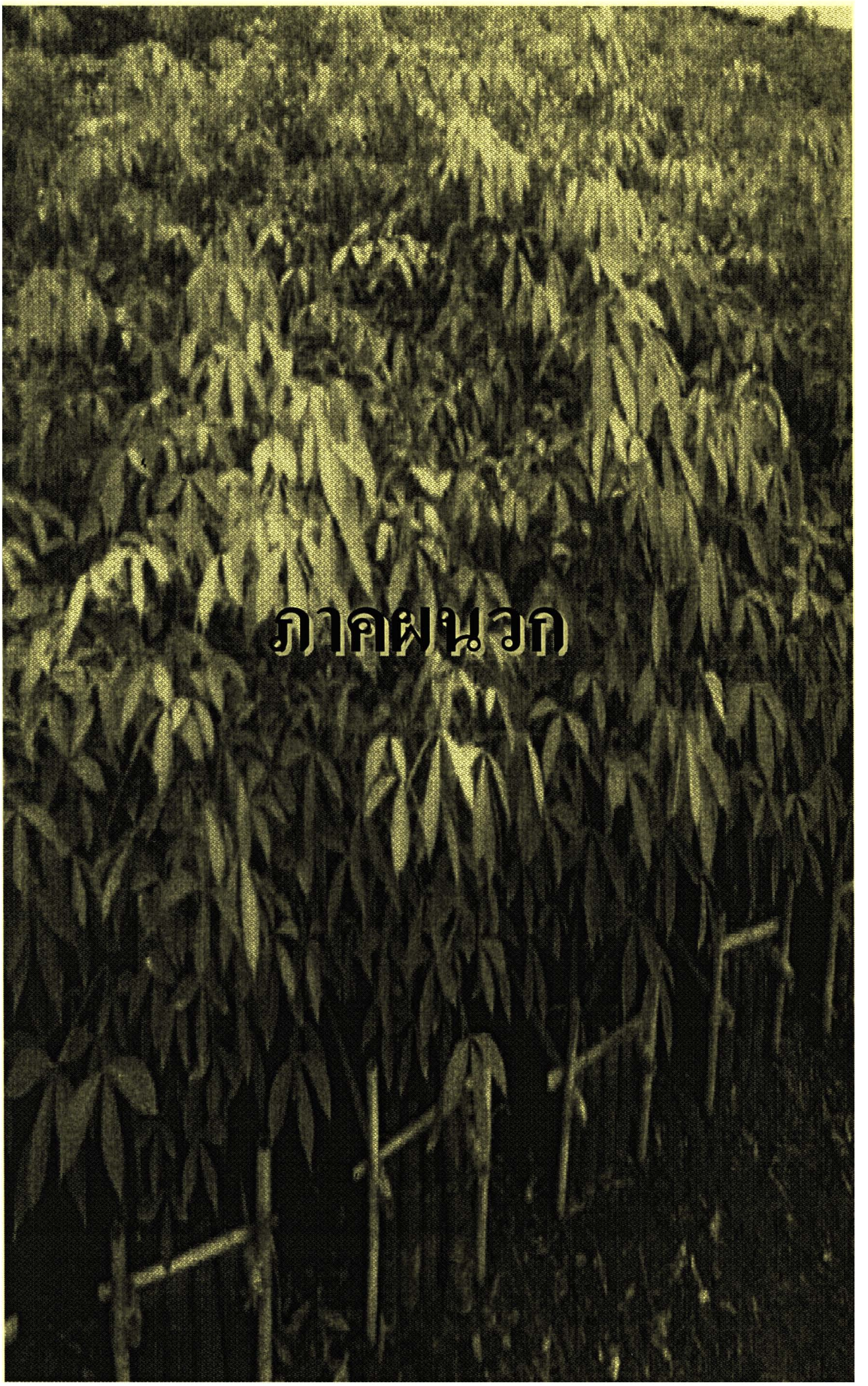
Webber, M.D., Kloke, A. and Tjell, J. Chr. 1984. A review of current sludge use guideline for the control of heavy metal contamination in soil. In Processing and use of sewage sludge, Hermite, P.L. and Ott, H. (eds.), Holland : D. Reidal Publishing Company. p. 371-385.

Webster, C.C. and Baulkwill, W.J. 1989. Rubber. Longman scientific and Technical, New York.

Wollan, E.; Davis R. D.; and Janner, S. 1978. Effect of sewage sludge on seed germination. Environ. Pollut. 17: 195-205.

Wong, J.C., Lai, K.M., Fang, M. and Ma, K.K. 1998. Effect of sewage sludge amendment on soil microbial activity and nutrient mineralization. J. Environ. 24 (8): 935-943.

Younos, T.M. 1987. Land application of wastewater sludge. American Society of Civil Engineer. New York, USA. p. 89.


ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## เกณฑ์มาตรฐาน

**ตารางที่ ผ. 1** ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548)

| ระดับ | ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง |
|---|---|
| กรดรุนแรงมากที่สุด (Ultra acid) | <3.5 |
| กรดรุนแรงมาก (Extremely acid) | 3.5-4.5 |
| กรดจัดมาก (Very strongly acid) | 4.5-5.0 |
| กรดจัด (Strongly acid) | 5.1-5.5 |
| กรดปานกลาง (Moderately acid) | 5.6-6.0 |
| กรดเล็กน้อย (Slightly acid) | 6.1-6.5 |
| เป็นกลาง (Neutral) | 6.6-7.3 |
| ด่างเล็กน้อย (Slightly alkaline) | 7.4-7.8 |
| ด่างปานกลาง (Moderately alkaline) | 7.9-8.4 |
| ด่างจัด (Strongly alkaline) | 8.5-9.0 |
| ด่างจัดมาก (Very strongly alkaline) | >9.0 |

**ตารางที่ ผ. 2** มาตรฐานระดับอินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

| ระดับ | อินทรียวัตถุ (%) |
|---|---|
| ต่ำมาก | < 0.5 |
| ต่ำ | 0.5-1.0 |
| ต่ำปานกลาง | > 1.0-1.5 |
| ปานกลาง | > 1.5-2.5 |
| สูงปานกลาง | > 2.5-3.5 |
| สูง | > 3.5-4.5 |
| สูงมาก | > 4.5 |

**ตารางที่ ผ. 3** ระดับธาตุอาหารในดินปลูกยางพารา (Thainugul, 1986) ดัดแปลงจาก Guha and Yeow, 1966 Pushparajah, 1977) และ Land Development Department, 1973)

| สมบัติของดิน | ระดับธาตุอาหารในดิน | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| C (%) | < 0.5 | 0.5-1.5 | 1.6-2.5 |
| N (%) | < 0.10 | 0.11-0.25 | 0.26-0.40 |
| Total P (ppm) | < 250 | 250-350 | 351-600 |
| Avail. P (ppm) | < 11 | 11-30 | > 30 |
| Avail. K (ppm) | < 40 | > 40 | - |
| Exch. K (me/100 g) | < 0.30 | 0.30-0.45 | > 0.45 |
| Exch. Ca (me/100 g) | < 0.30 | > 0.30 | - |
| Exch. Mg (me/100 g) | < 0.30 | > 0.30 | - |
| C.E.C. (me/100 g) | < 11 | 11-15 | 16-25 |

**ตารางที่ ผ. 4** เกณฑ์จำแนกความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยกรมพัฒนาที่ดิน (เล็ก มอญเจริญ, 2522)

| ระดับที่บ่งบอก | อินทรียวัตถุ | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) | โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) |
|---|---|---|---|
| ต่ำมาก | >0.5 | >3 | >30 |
| ต่ำ | 0.5-1.0 | 3-6 | 30-60 |
| ต่ำปานกลาง | 1.0-1.5 | 6-10 | - |
| ปานกลาง | 1.5-2.5 | 10-15 | 60-90 |
| สูงปานกลาง | 2.5-3.5 | 15-25 | - |
| สูง | 3.5-4.5 | 25-45 | 90-120 |
| สูงมาก | >4.5 | >45 | >120 |

**หมายเหตุ:** - หมายถึง ไม่มีการนำเสนอตัวเลข

**ตารางที่ ผ. 5** ปริมาณโลหะหนัก (ppm) ที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตรของประเทศต่างๆ (Webber et al., 1984)

| ประเทศที่กำหนด | ชนิดและปริมาณโลหะหนัก (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cd | Cu | Fe | Mn | Ni | Pb | Zn |
| ฝรั่งเศส | 2.0 | 100 | - | - | 50 | 100 | 300 |
| เยอรมัน | 3.0 | 100 | - | - | 50 | 100 | 300 |
| อังกฤษ | 3.5 | 140 | - | - | 35 | 550 | 280 |
| ช่วงของทั้ง 3 ประเทศ | 2.0-3.5 | 100-140 | - | - | 35-50 | 100-550 | 280-300 |

**หมายเหตุ:** - หมายถึง ไม่มีการนำเสนอตัวเลข

**ตารางที่ ผ. 6** ปริมาณโลหะหนัก (ppm.) สูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในกากตะกอนที่จะใส่ลงในพื้นการเกษตร(Webber et al., 1984)

| ประเทศ | ชนิดและปริมาณโลหะหนัก (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fe | Cd | Cu | Mn | Ni | Pb | Zn |
| กลุ่มประชาคมยุโรป | - | 40 | 1,500 | - | 400 | 1,000 | 3,000 |
| แคนาดา | - | 20 | - | - | 180 | 500 | 1,850 |
| เดนมาร์ก | - | 8 | - | - | 30 | 400 | - |
| เบลเยี่ยม | - | 10 | 500 | 500 | 100 | 300 | 2,000 |
| ฝรั่งเศส | - | 20 | 1,000 | - | 200 | 800 | 3,000 |
| เยอรมัน | - | 20 | 1,200 | - | 200 | 1,200 | 3,000 |
| นอร์เวย์ | - | 10 | 1,500 | 500 | 100 | 300 | 3,000 |
| เนเธอร์แลนด์ | - | 10 | 600 | - | 100 | 500 | 2,000 |
| ฟินแลนด์ | - | 30 | 3,000 | 3,000 | 500 | 1,200 | 5,000 |
| สวิสเซอร์แลนด์ | - | 30 | 1,000 | - | 200 | 1,000 | 1,000 |
| สวีเดน | - | 15 | 3,000 | - | 500 | 300 | 10,000 |
| ช่วงของทุกประเทศ | - | 8-40 | 500-3,000 | 500-3,000 | 30-500 | 300-1,200 | 1,000-10,000 |

**หมายเหตุ:** - หมายถึง ไม่มีการนำเสนอตัวเลข

**ตารางที่ ผ. 7** ค่าปรกติของจุลธาตุในดินและที่มีสารที่อาจเป็นแหล่งธาตุพิษในดิน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (Forstner, 1991; Purves, 1977; Allaway, 1970; Alloway, 1990; Schlipkoter and Brockhaus, 1988) อ้างถึงใน (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2545)

| ธาตุ | ดิน | | กากตะกอนน้ำโสโครก | ปุ๋ยหมักเทศบาล | ปุ๋ย[1] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เฉลี่ย | ช่วง | | | P | N | M หรือ L |
| As | 1-20 | (0.1-50) | 3-30 | n.a. | 2-1200 | 2-120 | 3-25 (M.L.) |
| B | 10 | (0.9-1000) | 15-1500 | n.a. | 5-115 | n.a. | 10 (L) |
| Cd | 0.2-1 | (<0.1-8) | <1-3400 | 0.01-100 | 0.1-170 | 0.05-8 | 0.1-0.8 (M) |
| Co | 8-10 | (0.3-200) | 1-260 | 30 | 1-12 | 5-12 | 0.3-24 (M) |
| Cr | 50-100 | (0.9-1500) | 8-4000 | 2-410 | 66-245 | 3-19 | 1-55 (M) |
| Cu | 12-30 | (<1-390) | 50-8000 | 13-3580 | 1-300 | n.a. | 2-172 (M,L) |
| Hg | 0.03-0.06 | (>0.01-5) | 0.1-55 | 0.1-21 | 0.01-1.2 | 0.3-3 | 0.01-0.03 (M) |
| Mn | 450-1000 | (<1-18300) | 60-3900 | 500 | 40-200 | n.a. | 40-1200 (L) |
| Mo | 1-2 | (0.1-28) | 1-40 | 8 | 0.1-60 | 1-7 | 0.1-15 (L) |
| Ni | 25-50 | (0.1-1520) | 6-5300 | 0.9-279 | 7-38 | 7-34 | 2-30 (M,L) |
| Pb | 10-30 | (<1-890) | 29-3600 | 1.3-2240 | 7-225 | 2-27 | 20-1250 (L) |
| Zn | 40-50 | (1.5-2000) | 91-49000 | 82-5894 | 50-1450 | 1-42 | 10-500 (M,L) |

**หมายเหตุ:** [1] P หมายถึง ปุ๋ยฟอสฟอรัส; N หมายถึง ปุ๋ยไนโตรเจน; M หมายถึง ปุ๋ยมูลสัตว์; L หมายถึง หินปูนหรือโลไมต์

**ตารางที่ ผ. 8** ปริมาณจุลธาตุในระดับปรกติที่มีอยู่ในดินและพืช และค่าวิกฤตในดิน (ppm) (Forstner, 1991; Purves, 1977; Allaway, 1970; Alloway, 1990; Schlipkoter and Brockhaus, 1988) อ้างถึงใน (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2545)

| ธาตุ | ความเข้มข้นทั้งหมดในระดับปรกติ | | ค่าวิกฤตในดิน | เป็นพิษต่อ |
|---|---|---|---|---|
| | ดิน | พืช | | |
| สารหนู | 0.1-50 | 0.1-5 | 20-40 | คน, พืช |
| โบรอน | 2-100 | 30-75 | | |
| แคดเมียม | 0.1-2 | 0.2-0.8 | 1-3 | คน |
| ทองแดง | 2-100 | 4-15 | | |
| ฟลูออไรด์ | 30-300 | 2-20 | | |
| ตะกั่ว | 0.1-30 | 0.1-10 | 70-300 | คน, สัตว์ |
| ปรอท | 0.1-1 | n.a. | 2 | คน |
| แมงกานีส | 100-4000 | 15-100 | | |
| นิกเกิล | 2-50 | 1 | 50-100 | พืช (คน) |
| สังกะสี | 3-50 | 15-200 | 300-500 | พืช |

**ตารางที่ ผ. 9** การแปรผลวิเคราะห์ดิน (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต11 จ. สุราษฎร์ธานี)

| การแปรผลวิเคราะห์ดิน | | |
|---|---|---|
| **ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM, %)** | **ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)** | **โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)** |
| < 0.5 = ต่ำมาก | < 6 = ต่ำมาก | < 15 = ต่ำมาก |
| 0.5 - 1.4 = ต่ำ | 6 - 12 = ต่ำ | 15 - 40 = ต่ำ |
| 1.5 – 2.9 = ปานกลาง | 13-25 = ปานกลาง | 41 - 60 = ปานกลาง |
| 3.0 – 4.4 = สูง | 26-50 = สูง | 61- 120 = สูง |
| > 4.5 = สูงมาก | >50 = สูงมาก | > 120 = สูงมาก |
| **แคลเซียม (Ca, mg/kg)** | **ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)** | **ค่าการนำไฟฟ้า (Ec paste, ds/m)** |
| < 50 = ต่ำมาก | < 4.5 = กรดรุนแรง | < 0 - 2 = ปกติ |
| 51 – 100 = ต่ำ | 4.5 - 5.4 = กรดจัด | 2 - 4 = เค็มน้อยมาก |
| 101 – 200 = ปานกลาง | 5.5-6.4 = กรดปานกลาง | 4 - 8 = เค็มน้อย |
| 201 – 2000 = สูง | 6.5-6.9 = กรดเล็กน้อย | 8 - 16 = เค็มปานกลาง |
| 2001 – 4000 = สูงมาก | 7.0 = ปานกลาง | > 16 = เค็มจัด |
| | > 7.0 = ด่าง | |

**ตารางที่ ผ. 10** ปริมาณโลหะหนัก (ppm) ในดินสำหรับประเทศไทย (พิชิต พงษ์สกุล, 2542)

| ชนิดของโลหะหนัก | ปริมาณโลหะหนัก (ppm.) ในดินสำหรับประเทศไทย |
|---|---|
| สารหนู | 29 |
| โคบอล์ท | 21 |
| โครเมียม | 79.4 |
| ปรอท | 0.10 |
| สังกะสี | 71 |
| ทองแดง | 43.6 |
| นิกเกิล | 43.9 |
| แคดเมียม | 0.074 |
| ตะกั่ว | 54.6 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

# ภาคผนวก ข

ประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง
เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ

---

ด้วยคณะกรรมการค่าจ้างได้มีการประชุมศึกษาและพิจารณาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับอัตราค่าจ้างที่ลูกจ้างได้รับอยู่ประกอบกับข้อเท็จจริงอื่นตามแนวทางในการกำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำที่กฎหมายกำหนด เมื่อวันที่ 2๙พฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีมติเห็นชอบให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ เพื่อใช้บังคับแก่นายจ้างและลูกจ้างทุกคน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 79(3) และมาตรา 88 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2551 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2551คณะกรรมการค่าจ้างจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละสองร้อยสามบาท ในท้องที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดนครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ และสมุทรสาคร

ข้อ 2 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยเก้าสิบเจ็ดบาทในท้องที่จังหวัดภูเก็ต

ข้อ 3 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยแปดสิบบาท ในท้องที่จังหวัดชลบุรี

ข้อ 4 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยเจ็ดสิบเก้าบาท ในท้องที่จังหวัดสระบุรี

ข้อ 5 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยเจ็ดสิบสามบาท ในท้องที่จังหวัดฉะเชิงเทรา พระนครศรีอยุธยา และระยอง

ข้อ 6 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยเจ็ดสิบบาท ในท้องที่จังหวัดนครราชสีมา

ข้อ 7 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบเก้าบาท ในท้องที่จังหวัดระนอง

ข้อ 8 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบแปดบาท ในท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ และพังงา

ข้อ 9 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบห้าบาท ในท้องที่จังหวัดกระบี่ และกาญจนบุรี

ข้อ 10 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบสี่บาท ในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี และราชบุรี

ข้อ 11 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบสามบาท ในท้องที่จังหวัด จันทบุรี ปราจีนบุรี และลพบุรี

ข้อ 12 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบสองบาท ในท้องที่จังหวัดเลย

ข้อ 13 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบเอ็ดบาท ในท้องที่จังหวัดสิงห์บุรี และอ่างทอง

ข้อ 14 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยหกสิบบาท ในท้องที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม และสระแก้ว

ข้อ 15 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบแปดบาท ในท้องที่จังหวัดชุมพร และอุทัยธานี

ข้อ 16 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบเจ็ดบาท ในท้องที่จังหวัดเชียงราย ตรัง สงขลา หนองคาย และอุดรธานี

ข้อ 17 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบหกบาท ในท้องที่จังหวัดกำแพงเพชร ตราด นครนายก และลำพูน

ข้อ 18 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบห้าบาท ในท้องที่จังหวัดกาฬสินธุ์ นครศรีธรรมราช นครสวรรค์ บุรีรัมย์ ปัตตานี พัทลุง เพชรบูรณ์ ยโสธร ยะลา สกลนคร สตูล และสุราษฎร์ธานี

ข้อ 19 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบสี่บาท ในท้องที่จังหวัดขอนแก่น ชัยนาท ร้อยเอ็ด ลำปาง สุพรรณบุรี หนองบัวลำภู และอุบลราชธานี

ข้อ 20 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบสามบาท ในท้องที่จังหวัดพิษณุโลก

ข้อ 21 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบสองบาท ในท้องที่จังหวัดพิษณุโลก

ข้อ 22 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบเอ็ดบาท ในท้องที่จังหวัดตาก น่าน มหาสารคาม แม่ฮ่องสอน สุโขทัย และสุรินทร์

ข้อ 23 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยห้าสิบบาท ในท้องที่จังหวัดพะเยา พิจิตร แพร่ และศรีสะเกษ

ข้อ 24 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยสี่สิบเก้าบาท ในท้องที่จังหวัดอุตรดิตถ์

ข้อ 25 ให้กำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำเป็นเงินวันละหนึ่งร้อยสี่สิบแปดบาท ในท้องที่จังหวัดชัยภูมิ

ข้อ 26 เพื่อประโยชน์ตามข้อ 1 ถึงข้อ 25 คำว่า "วัน" หมายถึง เวลาทำงานปกติของลูกจ้างซึ่งไม่เกินชั่วโมงทำงานดังต่อไปนี้ แม้นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานน้อยกว่าเวลาทำงานปกติเพียงใดก็ตาม

(1) เจ็ดชั่วโมง สำหรับงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้างตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541

(2) แปดชั่วโมง สำหรับงานอื่นซึ่งไม่ใช่งานตาม (1)

ข้อ 27 ห้ามมิให้นายจ้างจ่ายค่าจ้างเป็นเงินแก่ลูกจ้างน้อยกว่าอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ

ข้อ 28 ประกาศคณะกรรมการค่าจ้างฉบับนี้ ให้มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2551

(นายจุฑาธวัช อินทรสุขศรี)
ปลัดกระทรวงแรงงาน
ประธานกรรมการค่าจ้าง

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง ลงวันที่ 20 ตุลาคม 2547

**มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม**

| ดัชนีคุณภาพ | หน่วย | ค่า | วิธีการตรวจ |
|---|---|---|---|
| **1. สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound)** | | | |
| เบนซีน (Benzene) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 6.5 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography /Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) | ” | ต้องไม่เกิน 2.5 | ” |
| 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane) | ” | ต้องไม่เกิน 3.5 | ” |
| 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene) | ” | ต้องไม่เกิน 0.5 | ” |
| ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene) ) | ” | ต้องไม่เกิน 43 | ” |
| ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene) ) | ” | ต้องไม่เกิน 63 | ” |
| ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) | ” | ต้องไม่เกิน 89 | ” |
| แอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene) | ” | ต้องไม่เกิน 230 | ” |
| สไตรีน (Styrene) | ” | ต้องไม่เกิน 1,700 | ” |
| เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene) | ” | ต้องไม่เกิน 57 | ” |
| โทลูอีน (Toluene) | ” | ต้องไม่เกิน 520 | ” |
| ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene) ) | ” | ต้องไม่เกิน 28 | ” |

| ดัชนีคุณภาพ | หน่วย | ค่า | วิธีการตรวจ |
|---|---|---|---|
| 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane) ) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 630 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography /Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane) | ” | ต้องไม่เกิน 8.4 | ” |
| ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes) | ” | ต้องไม่เกิน 210 | ” |
| **2. โลหะหนัก (Heavy Metals)** | | | |
| สารหนู (Arsenic) | ” | ต้องไม่เกิน 3 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and Compounds) | ” | ต้องไม่เกิน 37 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium) | ” | ต้องไม่เกิน 300 | ใช้วิธี Coprecipitation หรือวิธี Colorimetric หรือวิธี Chelation/Extraction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ตะกั่ว (Lead) | ” | ต้องไม่เกิน 400 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

| ดัชนีคุณภาพ | หน่วย | ค่า | วิธีการตรวจ |
|---|---|---|---|
| แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and Compounds) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 1,800 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and Compounds) | ” | ต้องไม่เกิน 23 | ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, Soluble Salts) | ” | ต้องไม่เกิน 1,600 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ซีลีเนียม (Selenium) | ” | ต้องไม่เกิน 390 | ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| **3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)** | | | |
| อะทราซีน (Atrazine) | ” | ต้องไม่เกิน 22 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| คลอเดน (Chlordane) | ” | ต้องไม่เกิน 16 | ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 2,4-ดี (2,4-D) | ” | ต้องไม่เกิน 690 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี High Performance Liquid Chromatography/Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

| ดัชนีคุณภาพ | หน่วย | ค่า | วิธีการตรวจ |
|---|---|---|---|
| ดีดีที (DDT) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 17 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ดิลดริน (Dieldrin) | " | ต้องไม่เกิน 0.3 | " |
| เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) ) | " | ต้องไม่เกิน 1.1 | " |
| เฮปตาคลอร์ อีพ็อกไซด์ (Heptachlor Epoxide) ) | " | ต้องไม่เกิน 0.5 | " |
| ลินเดน (Lindane) | " | ต้องไม่เกิน 4.4 | " |
| เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol) | " | ต้องไม่เกิน 30 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| **4. สารพิษอื่น ๆ** | | | |
| เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene) | " | ต้องไม่เกิน 0.6 | ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and Compounds) | " | ต้องไม่เกิน 11 | ใช้วิธี Total and Amenable Cyanide: Distillation หรือวิธี Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) หรือวิธี Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| พีซีบี (PCBs) | " | ต้องไม่เกิน 2.2 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

| ดัชนีคุณภาพ | หน่วย | ค่า | วิธีการตรวจ |
|---|---|---|---|
| ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) | มิลลิกรัม/กิโลกรัม | ต้องไม่เกิน 1.5 | ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

**หมายเหตุ**: 1. วิธี Test Methods of Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency)

2. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

## วิธีการรักษาตัวอย่างดิน

| สารที่จะวิเคราะห์และตรวจสอบ (Parameter) | ภาชนะบรรจุ (Container) | การเก็บรักษา (Preservative) | ระยะเวลาที่เก็บไว้ได้ (Holding Time |
|---|---|---|---|
| สารอินทรีย์ระเหยง่าย | แก้ว | แช่เย็นที่ 4° ±2 °C | 14 วัน |
| โลหะหนัก (ยกเว้นโครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์และปรอทและสารประกอบปรอท) | พลาสติก หรือแก้ว | ” | 180 วัน |
| โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ | ” | ” | - 30 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 4 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| ปรอทและสารประกอบปรอท | ” | ” | 28 วัน |
| สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ | แก้ว | ” | - 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 40 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| เบนโซ (เอ) ไพรีน | ” | ” | - 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 40 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ | พลาสติก หรือแก้ว | ” | 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง |
| พีซีบี | แก้ว | ” | 14 วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง<br>- 40 วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง |
| ไวนิลคลอไรด์ | ” | ” | 14 วัน |

หมายเหตุ: 1. ให้แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อย ๆ โดยขนาดของแปลงย่อยขึ้นอยู่กับขนาดของ พื้นที่และสภาพภูมิประเทศ เพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด

2. จำนวนหลุมเจาะตัวอย่างดินขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ สำหรับพื้นที่ที่มีขนาด 10 – 25ไร่ ให้เจาะตัวอย่างดินประมาณ 10 – 20 หลุม กระจายทั่วแปลง

3. ให้เจาะตัวอย่างดินในหลุมหนึ่ง ๆ จากผิวดินจนถึงระดับความลึกประมาณ 12 – 18 นิ้ว (30 – 45 เซนติเมตร) โดยให้ใช้วิธีการเจาะแบบคงสภาพ

ทั้งนี้ การเก็บตัวอย่างดินมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพดินเบื้องต้น กรณีจำเป็นต้องมีการพิสูจน์สภาพการปนเปื้อนเพื่อการฟื้นฟูให้มีการประเมินความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลำดับต่อไป

# ภาคผนวก ค

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
THE THAILAND RESEARCH FUND

ที่ นร 6802 / 0359 / 2551

23 พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมวิชาการ

เรียน รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แผ่นพับประชาสัมพันธ์การประชุมวิชาการ
2. แบบตอบรับการเข้าร่วมประชุม

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้สนับสนุนการวิจัยในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีตั้งแต่ปี 2542 กรอบคลุมประเด็นวิจัยด้านพืชเศรษฐกิจ (ปาล์มน้ำมัน ยางพารา และเงาะ) ทรัพยากรชายฝั่ง และการจัดการการท่องเที่ยวบนฐานการผลิตเกษตรประเด็นชุมชน การศึกษา เด็กและเยาวชน รวมจำนวนโครงการวิจัยกว่า 80 โครงการ

สกว. โดยความร่วมมือกับจังหวัดสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี (มรส.) องค์การบริหารส่วนจังหวัดสุราษฎร์ธานี สำนักงานเทศบาลนครสุราษฎร์ธานี และสำนักงานเทศบาลเมืองท่าข้าม จะจัดประชุมวิชาการและนิทรรศการจังหวัดสุราษฎร์ธานีเรื่อง "การพัฒนาอย่างสมดุลและรอบด้านบนฐานความรู้" ระหว่างวันที่ 12-13 มิถุนายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เพื่อให้เกิดเวทีแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างบรรยากาศทางวิชาการระหว่างนักวิจัย ผู้รับผิดชอบภาครัฐในพื้นที่ ตัวแทนภาคประชาชน ผู้แทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น บนฐานความรู้จากการวิจัย ความเชื่อมโยงกับภาคเศรษฐกิจของจังหวัด โอกาสและแนวทางในการพัฒนาอย่างสมดุลและรอบด้าน ดังรายละเอียดในกำหนดการดังแนบ

สกว. จึงใคร่ขอเชิญท่านเข้าร่วมประชุมวิชาการดังกล่าว โดยไม่เสียค่าใช่จ่าย **และขอความร่วมมือส่งแบบตอบรับการเข้าร่วมประชุมมายัง ผศ. ดร. พงษ์เทพ วิไลพันธ์ ภายในวันที่ 27 พฤษภาคม 2551** จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร. จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ)
ผู้อำนวยการฝ่ายเกษตร
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

**ผู้ประสานงานการประชุม** ผศ.ดร. พงษ์เทพ วิไลพันธ์ และนางสาวลัดดา ทรัพย์คงอยู่
โทรศัพท์/โทรสาร 02 942-8644-5 ต่อ 27

การประชุมวิชาการและนิทรรศการ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
"การพัฒนาอย่างสมดุลและรอบด้านบนฐานความรู้"
12-13 มิถุนายน 2551
ห้อง Auditorium ชั้น 2 อาคารทีปังกรรัศมีโชติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

# การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำยางชำถุง

# REPLACEMENT OF FERTILIZERS WITH SLUDGE AND RUBBER LATEX LUTOID FOR NURSERING POLY-BAG RUBBER


อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ[1] สุธน ช่วยเกิด[2] และ สัตตะพงศ์ ชอบกตัญญู[3]

[1]สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[3]สหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


## บทนำ

การทดแทนธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับน้ำยาง รวมทั้งสูตรปุ๋ย อัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสม เป็นความจำเป็นพื้นฐานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางในประเทศไทยซึ่งใช้ ปุ๋ยสำหรับยางพาราเพียง 75% ของพื้นที่ปลูกยาง ปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ให้กับต้นยางเฉลี่ย 11.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับยางพาราตามคำแนะนำของสถาบั นวิจัยยาง คือ 42.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดยที่เกษตรกรต้องซื้อปุ๋ยประมาณ 1,540 บาทต่อไร่ต่อปี (สถาบันวิจัยยาง, 2547) ขณะที่ของเหลือทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการเกษตรประเภทโรงงานอาหาร (กากตะกอน ) และของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น (กากขี้แป้ง ) มีปริมาณธาตุปุ๋ย (N, P, K) และมีอินทรียวัตถุคุ้มนั้น น่าจะสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกยางพารา ส่งผลให้เพิ่มศักยภาพการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้สารปรับปรุงบำรุงดิน ที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังได้รับต้นกล้ายาง รวมทั้งต้นยางที่สมบูรณ์แข็งแรงและมีคุณภาพ

ดังนั้น การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการปลูกและการเจริญเติบโตของยางพารา นับเป็นการเพิ่มทางเลือกแหล่งธาตุอาหารเพื่อการปลูกยางพาราให้กับเกษตรกร รวมทั้งเป็นการจัดการของเสียประเภทสารอินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ นำไปสู่ Model ทางเศรษฐกิจของจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่น่าจะเป็นต้นแบบให้กับจังหวัดอื่นได้

## วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาความเป็นประโยชน์ของกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งในการปลูกและการเจริญเติบโตของ ยางพาราตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงระยะต้นยางชำถุง
- เพื่อศึกษาศักยภาพการทดแทนปุ๋ยของกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง

## วิธีดำเนินการศึกษา

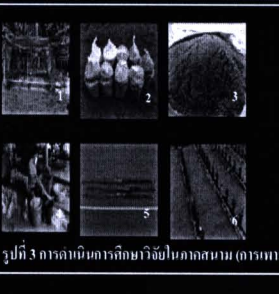
- การศึกษาวิจัยต้นกล้ายางวางแผนการวิจัยแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ (replication) หนึ่งหน่วยทดลองคือ แปลงทดลองขนาด 2 × 5 เมตร
- การศึกษาวิจัยยางชำถุงวางแผนการวิจัยแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 5 ซ้ำ (replication) หนึ่งหน่วยทดลองคือ ถุงเพาะชำขนาด 11.5 × 35 เซนติเมตร

1 การโค่นรานพื้นที่ทดลองปลูกต้นกล้ายาง
2 แปลงทดลอง ขนาด 2×5 เมตร
3 ปุ๋ยหินฟอสเฟต กากตะกอนน้ำเสียกากขี้แป้ง
4 การวางแผนและระยะปลูกต้นกล้ายาง
5 ลักษณะต้นกล้ายางที่ใช้ปลูก
6 การปลูกต้นกล้ายาง

รูปที่ 1 การดำเนินการศึกษาวิจัยในคลองสนาม(แปลงทดลองปลูกต้นกล้ายาง)

1 ลักษณะต้นกล้ายางที่ใช้ติดตาเขียว
2 ใช้น้ำทาความสะอาดบริเวณติดตา
3 ใช้มีดกรีดแผ่นเปลือกให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
4 เฉือนแผ่นตาและตกแต่งแผ่นตา
5 นำแผ่นตาไปสอดบริเวณรอยกรีด
6 ใช้พลาสติกใสพันบริเวณที่ติดตา

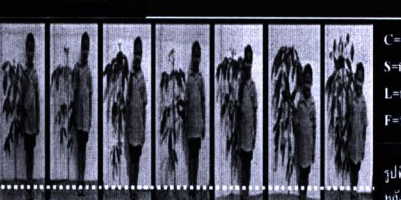
รูปที่ 2 การดำเนินการศึกษาวิจัยในคลองสนาม (การติดตาเขียว)



1 โรงเรือนเพาะชำยางชำถุง
2 สิ่งทดลองตามตำรับทดลอง
3 ดินที่ใช้เป็นวัสดุผสมกับสิ่งทดลอง
4 การคลุกเคล้าและบรรจุสิ่งทดลองลง
5 ต้นกล้ายางที่ติดตาเขียว
6 การเพาะชำยางชำถุงในโรงเรือนเพาะชำ

รูปที่ 3 การดำเนินการศึกษาวิจัยในคลองสนาม (การเพาะชำยางชำถุง)

## ผลการทดลอง



C=ดินเดิม
S=กากตะกอนน้ำเสีย
L=กากขี้แป้ง
F=ปุ๋ยหินฟอสเฟต

100.7 ซม. 108.5 ซม. 116.7 ซม. 114.5 ซม. 117.8 ซม. 119.8 ซม. 122.5 ซม.
C C+F C+S C+L C+S1:L1 C+S1:L3 C+S3:L1

รูปที่4 การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางหลังเติมสิ่งทดลอง อายุ 6 เดือน

C = ดินเดิม
S = กากตะกอนน้ำเสีย
L = กากขี้แป้ง
FA = ปุ๋ยอินทรีย์
FP = ปุ๋ยเคมี
F = ปุ๋ยเคมี (20-8-20)

14.06 ซม. 15.84 ซม. 14.38 ซม. 14.04 ซม. 14.22 ซม. 16.84 ซม. 16.02 ซม. 15.66 ซม. 17.08 ซม. 17.12 ซม. 17.28 ซม.
C C+S C+L C+FA C+FP C+S+F C+L+F C+FA+F C+FP+F C+S+L C+S+L+F

รูปที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นยางชำถุงหลังเติมสิ่งทดลอง

## สรุปผลการทดลอง

การเติบโตของต้นกล้ายาง ในที่นี้ศึกษาในรูปของความสูง (ซม.) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) พบว่า ภายหลังเติมสิ่งทดลองในการปลูกต้นกล้ายางครบกำหนด 6 เดือนหลังนั้น ต้นกล้ายางมีการเติบโตทั้งในส่วนของความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางดีที่สุด ปรากฏในตำรับทดลองที่ 7 (C+S3:L1) ความสูง 122.5 ซม โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.43 ซม. ขณะที่การเติบโตของต้นยางชำถุง ซึ่งศึกษาในรูปของความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง รัศมีเรือนยอด (ซม.) และน้ำหนักแห้งของราก (กรัม/ต้น) หลังเติมสิ่งทดลอง ครบกำหนด 90 วัน พบว่าต้นยางชำถุงในตำรับทดลอง (C+S+L+F) มีการเติบโตมากที่สุด โดยมีความสูง 17.28 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.43 ซม. รัศมีเรือนยอด 31.32 ซม. และน้ำหนักแห้งของราก 7.78 กรัม/ต้น

## เอกสารอ้างอิง


บุญหรอด ภักดีสงวน. 2541. เอกสารวิชาการยางพารา. ศูนย์วิจัยยางสงขลา คู่มือวิจัยยาง: พัฒนาการผลิตยาง สถาบันวิจัยยาง. 213 แผ่น

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือแนะนำพันธุ์ยางพารา. พิมพ์ครั้งที่ 1.

โสตร ไชยวัฒน์ธรรมมาภรณ์ ไชยบุญเกษ ลัดชัย ดาลลาริ. 2535. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของยางชำถุง. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยยางสงขลา. น่า 1 ในการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 27- 29 มกราคม 2536 ณ โรงแรมสทาร์ จังหวัด ภาษา

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
THE THAILAND RESEARCH FUND

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม
งานสารบรรณ
เลขที่ 0167/51
วันที่ 30 เม.ย. 52
เวลา 15.50 น.

ที่ นร 6805/0277/2552

28 เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญร่วมแสดงนิทรรศการผลงานวิจัย

เรียน รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. "ร่าง" กำหนดการประชุมวิชาการยางพาราแห่งชาติ "รวมพลังวิจัย ขับเคลื่อนเศรษฐกิจยางไทยอย่างยั่งยืน" จำนวน 1 ชุด
2. แบบตอบรับเข้าร่วมแสดงนิทรรศการ จำนวน 1 ชุด

ด้วย โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้ร่วมกับ สถาบันวิจัยยาง (สวย.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) จัดประชุมวิชาการยางพาราแห่งชาติ "รวมพลังวิจัย ขับเคลื่อนเศรษฐกิจยางไทยอย่างยั่งยืน" ในวันที่ 5-6 มิถุนายน 2552 ณ ห้องประชุม Phoenix 1-6 อาคาร Impact Exhibition Center เมืองทองธานี (รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย 1)

ในการนี้ โครงการฯยางพารา สกว.ได้เลือกโครงการวิจัยเรื่อง "การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำยางชำถุง" ซึ่งมีท่านเป็นหัวหน้าโครงการแสดงผลงานวิจัยในรูปแบบของนิทรรศการ และขอเชิญท่านเข้าร่วมสัมมนาและร่วมจัดแสดงผลงานวิจัยของโครงการตามวัน-เวลาดังกล่าว ทั้งนี้ขอให้ท่านจัดเตรียมสิ่งของประกอบในการแสดงนิทรรศการดังกล่าว (ถ้ามี) ***และขอความกรุณากรอกแบบตอบรับ (รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย 2) แล้วส่งคืนโครงการวิจัยฯยางพารา ภายในวันที่ 18 พฤษภาคม 2552***

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล)
ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบัน
เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ ให้ไปร่วมแสดงนิทรรศการผลงานวิจัย และเข้าร่วมประชุมวิชาการยางพาราแห่งชาติ
30 เม.ย. 52

โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา
โทรศัพท์ 02-278-8246 โทรสาร 02-298-0477
E-mail: thitima@trf.or.th

"ถ้าคุณต้องการทำวิจัย...biodata ให้โอกาส เชิญลงทะเบียนรับทราบโจทย์วิจัย ที่ http://biodata.trf.or.th"

ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
14th Floor, S M Tower, 979/17-21 Phaholyothin Road, Samsennai, Phayathai, Bangkok 10400, Thailand
Tel : +66 (0) 2278-8200 Fax : +66 (0) 2298-0476 http :// www.trf.or.th E-mail : trf-info@trf.or.th

# การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำยางชำถุง

วิจัยโดย : 1. รศ.ดร. อรวรรณ ศิรธรานนท์พิริยะ 2. ผศ.ดร. สุธน ช่วยเกิด 3. นายสิทธะพงศ์ ชอบกตัญญู
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทนำ

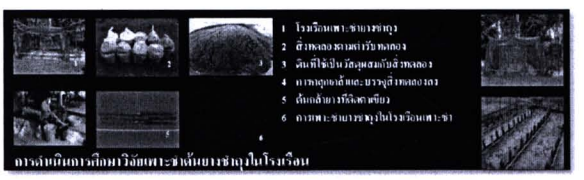
ประเทศไทยผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก แต่ผลผลิตยางพารา 3.137 ล้านตัน/ปี จากพื้นที่ปลูก 14,338 ล้านไร่ยังไม่มากเท่าที่ควร (สถาบันวิจัยยาง, 2550) ข้อจำกัดหนึ่งน่าจะมาจากราคาปุ๋ยซึ่งเป็นต้นทุนร้อยละ 40 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในระหว่างที่ต้นยางยังไม่ได้เปิดกรีด (นุชนารถ กังพิศดาร, 2547) ประกอบกับเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับดินเป็นวัสดุเพาะชำต้นยางชำถุง และปลูกยางพาราด้วยต้นยางชำถุงมากกว่าใช้เมล็ดปลูกโดยตรง

ขณะที่ของเหลือทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการเกษตรประเภทโรงงานอาหาร (กากตะกอน) และของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น (กากขี้แป้ง) มีปริมาณธาตุปุ๋ย (N, P, K) และมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบ น่าจะมีศักยภาพทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะชำต้นยางชำถุง นับเป็นการเพิ่มทางเลือกของแหล่งธาตุอาหารและวัสดุเพาะชำให้กับเกษตรกร รวมทั้งช่วยจัดการของเสียประเภทสารอินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ และมีส่วนช่วยยกระดับเศรษฐกิจชุมชน เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียน ส่งผลดีต่อประเทศ

## วิธีดำเนินการศึกษา

วางแผนการศึกษาวิจัยต้นกล้ายางแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ (replication) หนึ่งหน่วยทดลองคือ แปลงทดลองขนาด 2 x 5 เมตร

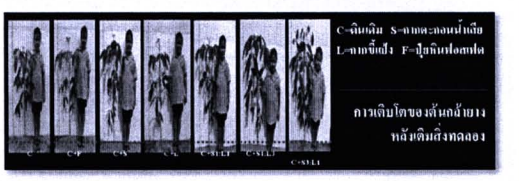
วางแผนการศึกษาวิจัยต้นยางชำถุงแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 5 ซ้ำ (replication) หนึ่งหน่วยทดลองคือ ถุงเพาะชำขนาด 11.5 x 35 เซนติเมตร




## ผลการศึกษา

1. ความเป็นประโยชน์ของกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง

กากตะกอนน้ำเสีย และกากขี้แป้งสามารถสลายตัวได้ดี (C:N ~10:1) ให้ธาตุปุ๋ย (N, P, K) และเป็นแหล่งอินทรียวัตถุในการปลูกต้นกล้ายางและเพาะชำต้นยางชำถุงได้อย่างปลอดภัยจากโลหะหนัก โดยต้องคำนึงถึงอัตราเติมที่ไม่ส่งผลให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินมีค่าสูงเกินกว่าระดับที่ต้นยางพาราเติบโตได้ดี (Soil pH=4.5-5.5; สถาบันวิจัยยาง, 2550)



2. การทดแทนปุ๋ย

กากตะกอนน้ำเสีย และกากขี้แป้ง มีศักยภาพทดแทนปุ๋ยเคมี (0-3-0) ในการปลูกต้นกล้ายางและทดแทนปุ๋ยเคมี (0-3-0, 20-8-20) ในการเพาะชำต้นยางชำถุงได้อย่างทัดเทียมและดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งทดแทนปุ๋ยอินทรีย์และเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติรวมทั้งปลอดภัยจากโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว นิเกิล)

3. ต้นทุนการทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง

กากตะกอนน้ำเสีย และกากขี้แป้งได้รับอนุเคราะห์จากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง บริษัท สุราษฎ์ฟูดส์ จำกัด และโรงงานน้ำยางข้น บริษัทอินเตอร์-รับเบอร์ ลาเท็กซ์ จำกัด ค่าใช้จ่ายจึงคิดเฉพาะค่าขนส่ง (ระยะทาง 160 กม.) ค่าจ้างแรงงาน เมื่อเทียบกับค่าปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (ราคา ณ วันที่ 25 มกราคม 2552) ภายใต้เงื่อนไข สภาพแวดล้อม และอัตราเติมเดียวกัน พบว่าค่าใช้จ่ายถูกกว่า 5-8 เท่า

## สรุปผลการศึกษาวิจัย

กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะชำยางชำถุงได้อย่างทัดเทียมหรือดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยต้นทุนต่ำกว่า 5-8 เท่า)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ชั้น 14 SM Tower 979/17-21 ถ.พหลโยธิน สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 0-2278-8200 (30 คู่สาย) โทรสาร : 0-2298-0476
www.trf.or.th

# องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๔๗
# มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

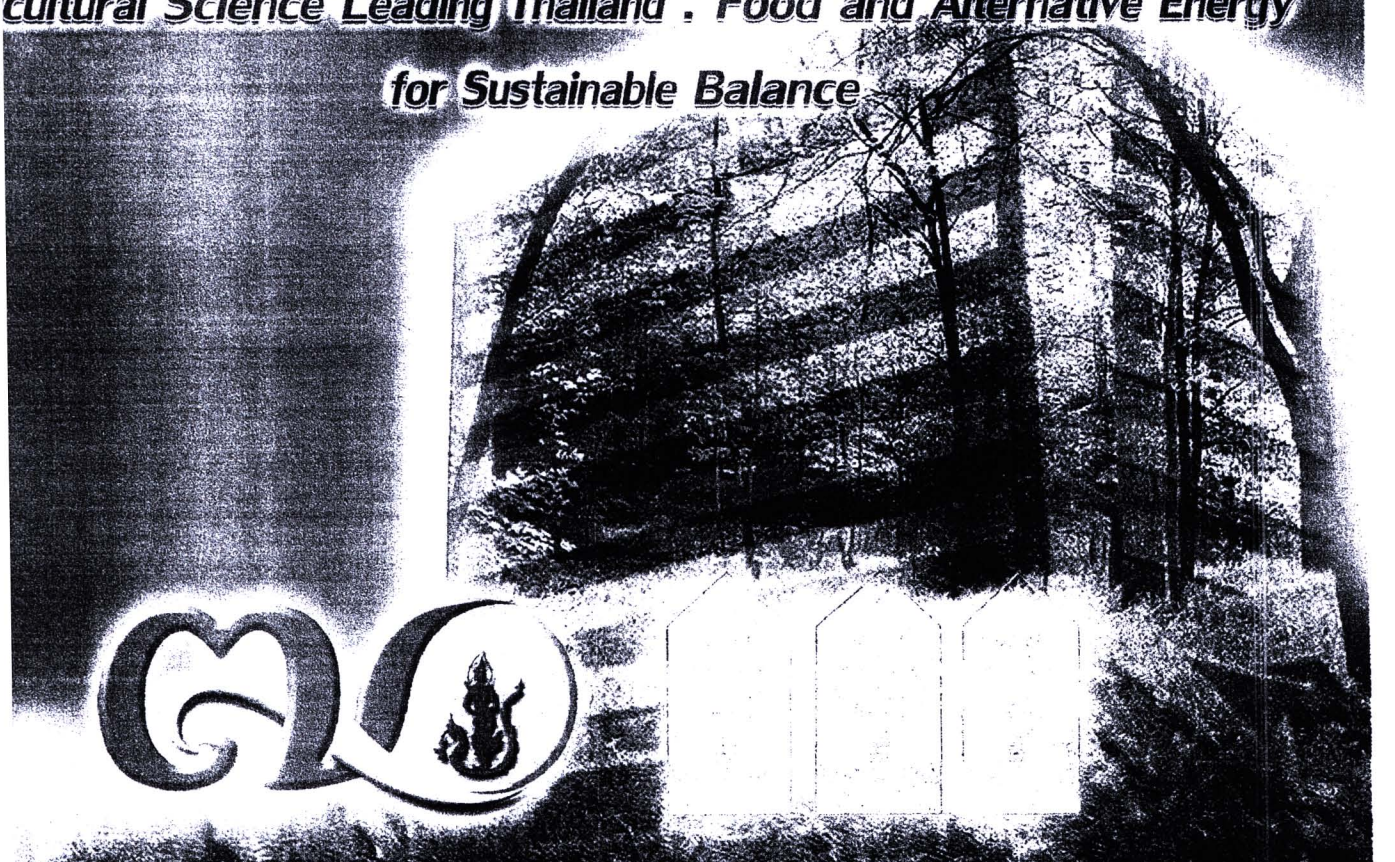
## Proceeding of 47th Kasetsart University Annual Conference

เล่มที่ 9 สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(Subject: Natural Resources and Environment)

## เกษตรนำไทย : อาหารและพลังงานทดแทนสู่สมดุลอย่างยั่งยืน

## cultural Science Leading Thailand : Food and Alternative Energy for Sustainable Balance



๕๐

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceeding of 47th Kasetsart University Annual Conference

# เล่มที่ 9 สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(Subject: Natural Resources and Environment)

จัดโดย (Organized by)

**มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** (Kasetsart University)

ร่วมกับ (in cooperation with)

**สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา** (Commission of Higher Education)

**กระทรวงศึกษาธิการ** (Ministry of Education)

**กระทรวงเกษตรและสหกรณ์** (Ministry of Agriculture and Cooperatives)

**กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** (Ministry of Science and Technology)

**กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**

(Ministry of Natural Resource and Environment)

**กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร**

(Ministry of Information and Communication Technology)

**สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ** (National Research Council of Thailand)

**และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย** (The Thailand Research Fund)

17 – 20 มีนาคม 2552 (17 – 20 March 2009)

ISBN 978-974-660-175-7

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เล่มที่ 9 สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

**The Proceeding of 47th Kasetsart University Annual Conference**

**Vol. 9 Subject: Natural Resources and Environment**

**ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ**

**National Library of Thailand Cataloging in Publication Data**

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 9 สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.-- กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย, 2552.

376 หน้า.

1. ทรัพยากรธรรมชาติ -- วิจัย. I. ชื่อเรื่อง.

333.7072

ISBN 978-974-660-175-7

ปีที่พิมพ์ 2552

พิมพ์ที่ PRO-TEXTS

บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด

โทร. 0-2942 – 0195 E-mail: protexts@hotmail.com

**www.pro-texts.com**

**สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**

# สารบัญ

## สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(Subject: Natural Resources and Environment)

**ภาคบรรยาย** (Oral Presentation)


1. ทส.3/O28 การวิจัยอย่างมีส่วนร่วมในการวางแผนระบบสื่อความหมายทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ภายใต้แนวคิดการออกแบบอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษา พื้นที่โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่..... 1

The Participatory Research for Interpretation Master Planning of Natural and Cultural Resources for Ecotourism Development Based on Sustainable Design Concept: A Case Study Ban Wat Chan Royal Project, Mae Champ Sub-district, Chiang Mai Province

โดย ดารณี ด่านวันดี ลักษณา สัมมานิธิ และเกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

2. ทส.5/O57 การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์กำจัดหอยเชอรี่จากของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตบุหรี่.....9

Research and Development of Golden Apple Snail Molluscicide from Cigarette Production Process Waste

โดย รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์ และสุริยา สาสนรักกิจ

3. ทส.8/O69 ตามรอยแหล่งเกลือโบราณที่ต้นน้ำน่าน.....18

Trailing the In–land Salt at Nan Rever Source

โดย วุฒิชัย แก้วศิริรุ่ง

4. ทส.10/O76 ผลของอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร..... 25

The Effect of Meteorological Parameters on $PM_{10}$ Vertical Profile of Concentation in Bangkok

โดย ชำมะเลียง เชาว์ธรรม ปรีชา ธรรมานนท์ และสุรัตน์ บัวเลิศ


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

11. ทส.27/O179 การพัฒนาตัวกรองเซรามิกผสมไดอะทอไมต์ในการดูดซับแคดเมียม ทองแดง นิกเกิล และสังกะสี.....
Development of Diatomite Mixing Ceramic Filter for Cadmium Copper Nickel and Zinc Adsorption
โดย พัชราภรณ์ สมทรง จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์ และพัฒนา อนุรักษ์พงศธร

12. ทส.29/O200 การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำต้นยางชำถุง.....
Replacement of Fertilizers with Sludge and Rubber Latex Lutoid for Nursering Poly-bag Rubber
โดย สัตตะพงศ์ ชอบกตัญญู อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และสุธน ช่วยเกิด

13. ทส.30/O221 การสร้างเครือข่ายองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการบริหารจัดการคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก.....
The Networking of Local Administrative Organization in Water Management in Pasak Watershed
โดย กิติชัย รัตนะ

14. ทส.31/O222 รูปแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปะทาว...
The Pattern of Local Wisdom in Water Resources Management in Lam Pathao Watershed
โดย กิติชัย รัตนะ

15. ทส.34/O238 High Organic Carbon Burial in a Small Reservoir.....
By Nuttakan Wongfun Tonya Del Sontro and Sebastian Sobek

16. ทส.37/O273 การดูดซับโครเมียม (VI) ในน้ำเสียชุบโลหะโดยใช้ไคโตซานเชื่อมขวางเรซิน.....
Adsorption Chromium (VI) from Electroplating Wastewater by Crosslinked Chitosan Resin
โดย โกวิทย์ ปิยะมังคลา และวราภรณ์ ศรีภักดี

# การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำต้นยางชำถุง[1]

## Replacement of fertilizers with sludge and rubber latex lutoid for nursering poly-bag rubber[1]

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ[2] สุธน ช่วยเกิด[3] และ **สัตตะพงศ์ ชอบกตัญญู**[4]

Orawan Siriratpiriya[2] Suthon Chuaygud[3] and Sattapong Chobkatanyoo[4]

## บทคัดย่อ

การศึกษาการทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำต้นยางชำถุง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำ 5 ซ้ำ ประกอบด้วย ชุดควบคุม (ดินเดิมไม่เติมสิ่งทดลอง) เติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยหินฟอสเฟตและปุ๋ยเคมี เติมกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้ง และเติมกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้งและปุ๋ยเคมี ดำเนินการทดลองในโรงเรือนเพาะชำ ที่ ต.ไทรขึง อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี โดยใช้ต้นตอตายางพันธุ์ RRIM 600 ผลการศึกษาพบว่า กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ได้อย่างเท่าเทียมหรือดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารหลัก (N, P, K) และ Mg ในต้นยางชำถุงเพียงพอต่อการเติบโตเมื่อพิจารณาจากความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง รัศมีเรือนยอด และน้ำหนักแห้งของราก อีกทั้งไม่จำเป็นต้องเติมปุ๋ยหินฟอสเฟตรองก้นหลุม (อัตรา 170 กรัม/หลุม) เมื่อนำต้นยางชำถุงปลูกลงหลุม นอกจากนี้การใช้กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเป็นวัสดุปรับปรุงดินในการเพาะชำต้นยางชำถุงนั้น มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีประมาณ 8 เท่า

## ABSTRACT

Replacement of fertilizers with sludge and rubber latex lutoid for nursering poly-bag rubber (budded stump RRIM 600) was conducted at agricultural area tambon Saikhueng, Phrasang district, Suratthani Province. The treatments were arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 replications. The treatments were control, organic fertilizer cum rock phosphate fertilizer and chemical fertilizer, sludge cum rubber latex Lutoid, and sludge cum rubber latex lutoid and chemical fertilizer. The result showed that chemical fertilizer and organic fertilizer could be replaced by sludge cum rubber latex lutoid equally or better off significantly. Both amendments could increase organic matter content, sufficiently supplied major elements (N, P, K) and Mg for growth of poly-bag rubber (height, diameter, size of canopy and dry weight of root) and basal application of rock phosphate fertilizer (170 grams/tree) in the field was not needed. Moreover, investment cost for nursering poly-bag rubber by using sludge and rubber latex lutoid was 8 times lower than that of organic fertilizer and chemical fertilizer.

KeyWord: Sludge, Rubber latex lutoid, Poly-bag rubber

O Siriratpiriya: **Orawan.Si@chula.ac.th**

---

[1] งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง "การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำยางชำถุง" ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา ปี 2550 (Medium Project on Rubber: MPR) โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

[2] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
The Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University

[3] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

[4] สหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Inter-Disciplinary of Environmental Science, Graduate School, Chulalongkorn University

## คำนำ

การปลูกยางพาราในปัจจุบัน เกษตรกรนิยมปลูกด้วยต้นยางชำถุงมากกว่าใช้เมล็ดปลูกโดยตรง การผลิตต้นยางชำถุงจึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะชี้วัดถึงผลผลิตและคุณภาพน้ำยางในอนาคต การผลิตต้นยางชำถุงให้ได้มาตรฐาน ต้องใช้ดินผสมวัสดุปรับปรุงดิน (ขุยมะพร้าว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือขี้เถ้าแกลบ) อัตรา 3:1 โดยปริมาตรและเติมปุ๋ยหินฟอสเฟต 10 กรัม/ถุง อีกทั้งต้องใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 หรือ 15-15-15 อัตรา 5 กรัม/ถุง เมื่อต้นตอตายางในถุงเพาะชำผลิตา (กรมวิชาการเกษตร, 2547) แต่เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นวัสดุปรับปรุงดิน ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง จึงมักลดปริมาณปุ๋ย ส่งผลให้ต้นยางชำถุงไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร นอกจากนี้เมื่อนำต้นยางชำถุงขนาด 1-2 ฉัตร อายุประมาณ 3 เดือน ลงหลุมปลูกต้องใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตเป็นปุ๋ยรองก้นหลุม ในอัตรา 170 กรัม/หลุม ด้วย

ในอุตสาหกรรมการเกษตรประเภทโรงงานอาหาร มีของเหลือทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียปริมาณมาก (กากตะกอนน้ำเสีย) ส่วนกระบวนการผลิตน้ำยางข้นก็มีของเหลือทิ้ง (กากขี้แป้ง) ซึ่งมีธาตุปุ๋ย (N, P, K) และมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบ วัตถุอินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้มีศักยภาพในการใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะชำต้นยางชำถุง กล่าวคือ กากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอาหารมีธาตุไนโตรเจน (N) สูงถึง 8.86% (Pengnoo *et al.*, 2002) และการเติมกากตะกอนน้ำเสียลงสู่ดินจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุอย่างมีนัยสำคัญ (อรวรรณ, 2541, 2536, 2529; Gillies *et al.*, 1989) โดยไม่มีปัญหาเรื่องการสลายตัว เพราะกากตะกอนน้ำเสียโรงงานอาหารมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ประมาณ 5:1 (Pengnoo *et al.*, 2002) จึงสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตของพืช (อรวรรณ, 2541; Siriratpiriya, 1996,1999; Chaney, 1980; Bingham *et al.*,1975) เช่นเดียวกับ กากขี้แป้งซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น เกิดขึ้นประมาณ 3.34 กิโลกรัมกากขี้แป้งต่อตันน้ำยางข้น (ปนัดดา, 2545) ก็มีไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P ในรูป $P_2O_5$) โพแทสเซียม (K ในรูป $K_2O$) เท่ากับ 28,164.50, 3,794.10 และ 30,400.87 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เป็นวัสดุบำรุงดินเพื่อการปลูกพืชผัก (วลัยพร, 2547; สมทิพย์ และคณะ, 2545; วราศรี, 2543)

ดังนั้น จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งที่จะศึกษาวิจัยถึงการทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำต้นยางชำถุง เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกของแหล่งธาตุอาหารและวัสดุปรับปรุงดินในการเพาะชำต้นยางชำถุงให้กับเกษตรกร รวมทั้งเป็นการจัดการของเสียประเภทสารอินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำและมีส่วนช่วยชุมชนให้มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การดำเนินการศึกษาทดลอง

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทำ 5 ซ้ำ (Replication) มี 4 ตำรับการทดลอง (Treatment) คือ

   ดินเดิม (ไม่เติมสิ่งทดลอง)

   ดินเดิม: ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยหินฟอสเฟต+ปุ๋ยเคมี อัตรา 3:1 โดยปริมาตร

   ดินเดิม: กากตะกอนน้ำเสีย: กากขี้แป้ง อัตรา 3:0.5:0.5 โดยปริมาตร

   ดินเดิม: กากตะกอนน้ำเสีย: กากขี้แป้ง+ปุ๋ยเคมี อัตรา 3:0.5:0.5 โดยปริมาตร

   หนึ่งหน่วยทดลอง คือ ถุงเพาะชำขนาด 11.5×35 ซม. ดังนั้นหน่วยทดลองทั้งหมดมี 20 หน่วย

2. พื้นที่ทำการทดลอง คือ โรงเรือนเพาะชำยางชำถุง ต.ไทรขึง อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี
3. ต้นตอตายางพันธุ์ RRIM 600
4. เติมสิ่งทดลอง (ดินเดิม กากตะกอนน้ำเสีย กากขี้แป้ง ปุ๋ยหินฟอสเฟต ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี) โดยการคลุกเคล้าและบรรจุลงในถุงเพาะชำ
5. พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรียวัตถุ ธาตุอาหารหลัก (ไนโตเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) และธาตุอาหารรอง (แมกนีเซียม)
6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบข้อมูลด้วยวิธี DMRT

**การเก็บตัวอย่าง**

1. เก็บตัวอย่างดิน เมื่อต้นยางชำถุงอายุครบ 90 วัน นำไปผึ่งลม ทุบ บด ร่อน ผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. จากนั้นนำตัวอย่างดินดังกล่าวไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ข้างต้น
2. วัดการเติบโตของต้นยางชำถุง ในรูปความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 5 ซม. จากจุดแตกตา รัศมีเรือนยอด และน้ำหนักราก เมื่อต้นยางชำถุงอายุครบ 90 วัน

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. สมบัติทางเคมีของสิ่งทดลอง (ดินเดิม กากตะกอนน้ำเสีย กากขี้แป้ง)

สมบัติทางเคมีของสิ่งทดลองมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ช่วยบ่งบอกให้ทราบถึงปริมาณอินทรียวัตถุและศักยภาพที่จะเป็นแหล่งธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินเดิม กากตะกอนน้ำเสีย และกากขี้แป้งก่อนทดลอง โดยพบว่า ดินเดิมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 4.53 ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ 0.71% ปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 0.04%, 4.37 mg/kg และ 41.3 mg/kg ตามลำดับ ธาตุอาหารรองคือ แมกนีเซียม 0.073 cmol/kg

กากตะกอนน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการเกษตรประเภทโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 6.29 ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ 16.85 % ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.84% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 2,931.06 mg/kg โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 338 mg/kg และแมกนีเซียม เท่ากับ 0.22 cmol/kg

กากขี้แป้งซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 8.31 ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ 23.76% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 1.18% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 15,702.13 mg/kg โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 1,398 mg/kg และแมกนีเซียม 0.20 cmol/kg

### 2. การทดแทนปุ๋ย

วัสดุเพาะชำต้นยางชำถุง (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ประกอบด้วย ดินและวัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นอินทรียสาร อีกทั้งต้องใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตคลุกดิน นอกจากนี้ต้องใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 หรือ 15-15-15 หลังจากต้นตอตายางผลิตา รวมทั้งใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตเป็นปุ๋ยรองก้นหลุม เมื่อย้ายต้นยางชำถุงอายุครบ 90 วัน ปลูกลงหลุม ดังนั้นในการทดแทนปุ๋ยจึงมุ่งเน้นพิจารณาอินทรียวัตถุเพื่อทดแทนปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเกษตรกรใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และพิจารณาแหล่งธาตุอาหารหลัก (N, P, K) เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี

2.1 การทดแทนปุ๋ยอินทรีย์

เนื่องจากเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นวัสดุปรับปรุงดินในการเตรียมวัสดุเพาะชำต้นยางชำถุง ในที่นี้จึงพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุเป็นพารามิเตอร์ชี้วัดการทดแทนปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า การเติมกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้งส่งผลให้ดินในถุงเพาะชำ เมื่อต้นยางอายุครบ 90 วัน มีปริมาณอินทรียวัตถุ (7.80%) อยู่ในระดับสูงมาก (>4.5%) เทียบกับมาตรฐานระดับอินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) อีกทั้งปริมาณอินทรียวัตถุจากการเติมกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง (7.80%) หรือเติมร่วมกับปุ๋ยเคมี (8.01%) นี้ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (0.29%) หรือดินเดิมที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (3.17%) เป็นวัสดุปรับปรุงดิน (Table 1) กล่าวได้ว่า กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งทำให้ดินผสมมีอินทรียวัตถุสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 การทดแทนปุ๋ยเคมี

การผลิตต้นยางชำถุง เกษตรกรต้องใส่ปุ๋ยเคมี (20-8-20 หรือ 15-15-15) อัตรา 5 กรัม/ถุง เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ต้นยางชำถุง ในที่นี้จึงพิจารณาความเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก (N, P, K) เป็นตัวชี้วัดการทดแทนปุ๋ยเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตของต้นยางชำถุง พบว่า การเติมกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งส่งผลให้ดินในถุงเพาะชำมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P, K) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิมหรือดินเดิมที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Table 1) กล่าวคือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (0.31%) อยู่ในระดับสูง (0.26-0.40%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (1,771.7 mg/kg) อยู่ในระดับสูง (>30 mg/kg) เมื่อเทียบกับระดับธาตุอาหารในดินปลูกยางพารา (Thainugul, 1986) อีกทั้งปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (675.20 mg/kg) ก็อยู่ในระดับที่สูงมาก (>120 mg/kg) เมื่อเทียบกับเกณฑ์การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) นอกจากนี้การเติมกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งร่วมกับปุ๋ยเคมี ช่วยให้ดินมี N เท่ากับ 0.35%, $P_2O_5$ เท่ากับ 1,790.0 mg/kg และ $K_2O$ เท่ากับ 703.50 mg/kg (Table 1) ซึ่งสูงสุดและการเพิ่มขึ้นนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองอื่น กล่าวได้ว่า กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งอัตรานี้สามารถให้ธาตุอาหารหลักให้แก่ต้นยางชำถุงได้มากกว่าปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ปริมาณแมกนีเซียมที่มีผลต่อคุณภาพน้ำยาง

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่มีผลต่อการเติบโตของยางพาราและคุณภาพน้ำยาง กล่าวคือ แมกนีเซียมในดินปริมาณ >0.3 cmol/kg จัดเป็นระดับธาตุอาหารปานกลาง และปริมาณ <0.3 cmol/kg จัดเป็นธาตุอาหารระดับต่ำตามระดับธาตุอาหารในดินปลูกยางพารา (Thainugul,1986) ในขณะเดียวกันปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางก็มีผลต่อคุณภาพน้ำยาง กล่าวคือน้ำยางที่มีปริมาณธาตุนี้สูงจะไม่คงตัวหรือจับตัวก่อนกำหนด (Precoagulation) ทำให้ได้เนื้อยางคุณภาพต่ำ (นุชนาถ, 2547) ขณะที่กากขี้แป้งซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นอาจก่อความกังวลใจเกี่ยวกับปริมาณแมกนีเซียมนั้น ผลการวิเคราะห์ พบว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งทำให้มีปริมาณแมกนีเซียม (0.27 cmol/kg, Table 1) เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิมหรือดินเดิมที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่การเพิ่มขึ้นของปริมาณแมกนีเซียมในดินเพาะชำยางชำถุงอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำเมื่อเทียบกับระดับธาตุอาหารในดินปลูกยางพารา

กล่าวโดยสรุป คือ กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องปริมาณแมกนีเซียมที่อาจมีผลต่อคุณภาพน้ำยาง

Table 1. Chemical properties of soil, 90 days poly-bag rubber

| Treatment | pH | OM (%) | Total N (%) | $P_2O_5$ (mg/kg) | $K_2O$ (mg/kg) | Mg cmol/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Control | 4.55[a] | 0.29[a] | 0.02[a] | 2.79[a] | 15.67[a] | 0.04[a] |
| Organic fertilizer+rock phosphate+chemical fertilizer | 5.73[d] | 3.17[b] | 0.08[a] | 1,505.5[b] | 654.00[b] | 0.22[b] |
| Sludge+rubber latex lutoid | 5.42[b] | 7.80[c] | 0.31[b] | 1,771.7[c] | 675.20[c] | 0.27[c] |
| Sludge+rubber latex lutoid+chemical fertilizer | 5.57[c] | 8.01[c] | 0.35[b] | 1,790.0[d] | 703.50[d] | 0.26[c] |
| Different by treatment | P<0.05 | P<0.05 | P<0.05 | P<0.05 | P<0.05 | P<0.05 |

Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level according to DMRT

### 3. การเติบโตของต้นยางชำถุง

การเติบโตของต้นยางชำถุง (Figure 1) เป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ซึ่งเป็นผลของการเติมสิ่งทดลอง (ดินเดิม กากตะกอนน้ำเสีย กากขี้แป้ง ปุ๋ยหินฟอสเฟต ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี) การเติบโตในรูปความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง รัศมีเรือนยอด และน้ำหนักแห้งของราก (Table 2) พบว่า การเติมกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้ง ส่งผลให้การเติบโตของต้นยางชำถุงในรูปความสูงและรัศมีเรือนยอดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหากเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งแล้ว จะพบว่าต้นยางชำถุงมีการเติบโตดีที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองอื่น นอกจากนี้ มวลชีวภาพของราก (น้ำหนักแห้งของราก) บ่งบอกให้ทราบถึงศักยภาพในการดูดดึงธาตุอาหารของระบบราก พบว่า น้ำหนักแห้งของรากเมื่อเติมกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งมีน้ำหนักมากกว่าดินเดิมที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี หรือดินเดิมถึงเท่าตัว แสดงว่า กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งมีศักยภาพในการทดแทนปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเพื่อการเติบโตของต้นยางชำถุงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

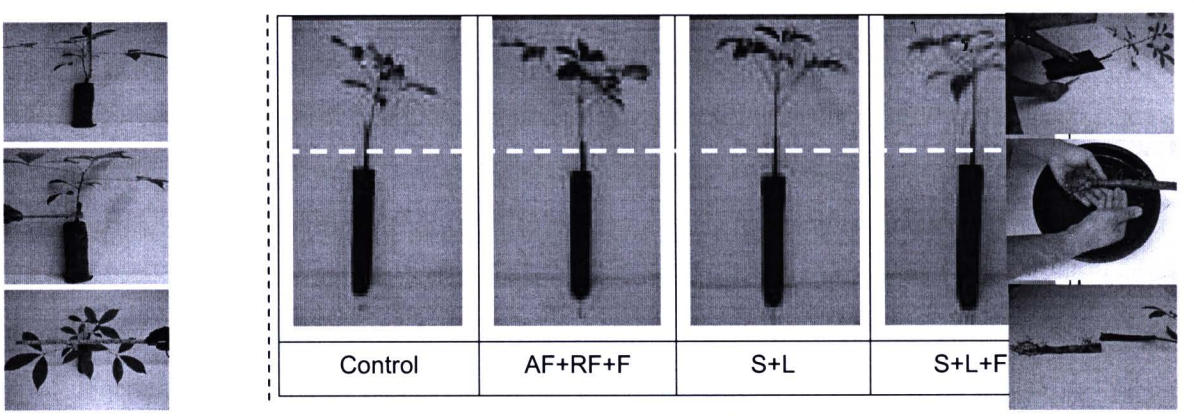



Figure 1 Growth of poly-bag rubber (90 days)

Note: AF = Organic fertilizer, RF = Rock phosphate fertilizer, S = Sludge, L = Rubber latex lutoid, F = Chemical fertilizer

Table 2. Growth of poly-bag rubber (90 days poly-bag rubber)

| Treatment | Height (cm) | Diameter (cm) | Size of canopy (cm) | Dry weight of Root (gm/tree) |
|---|---|---|---|---|
| Control | $13.36^{a}$±1.60 | $0.38^{a}$±0.04 | $12.86^{a}$±1.28 | 3.18 |
| Organic fertilizer+rock phosphate+chemical fertilizer | $14.46^{ab}$±2.40 | $0.39^{a}$±0.03 | $13.92^{ab}$±2.03 | 5.18 |
| Sludge+rubber latex lutoid | $17.28^{bc}$±1.70 | $0.46^{b}$±0.02 | $15.91^{b}$±0.90 | 6.38 |
| Sludge+rubber latex lutoid+chemical fertilizer | $18.40^{c}$±2.14 | $0.43^{ab}$±0.01 | $16.12^{b}$±0.20 | 7.40 |
| Different by treatment | P<0.05 | P<0.05 | P<0.05 | - |

Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level according to DMRT

## 4. ต้นทุน

การนำกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งมาทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์นั้น จะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะชำยางชำถุง คือ ค่าแรงงานคน และค่าขนส่ง (Table 3) โดยคำนวณเปรียบเทียบภายใต้สภาวะการเติบโตเดียวกันของต้นยางชำถุง

4.1 ค่าใช้จ่ายจากการซื้อปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์

- ปุ๋ยหินฟอสเฟต สูตร 0-3-0 ราคาประมาณ 250 บาท/50 กก. (กิโลกรัมละ 5 บาท)
- ปุ๋ยเคมี สูตร 20-8-20 ราคาประมาณ 670 บาท/50 กก. (กิโลกรัมละ 14 บาท)
- ปุ๋ยอินทรีย์ ราคาประมาณ 570 บาท/50 กก. (กิโลกรัมละ 12 บาท)

4.2 ค่าใช้จ่ายในการนำกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งมาใช้เป็นวัสดุบำรุงดิน

4.2.1 กากตะกอนน้ำเสียจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอาหาร ผ่านการตากแห้งมาเรียบร้อยแล้ว จึงพร้อมที่จะใช้งาน ค่าใช้จ่ายจึงมีเพียงค่าขนส่ง ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในทางปฏิบัติต้องประเมินจากปริมาณการใช้และระยะทางที่นำไปใช้ สำหรับค่าขนส่งในงานวิจัยครั้งนี้คือ

- ค่าขนส่ง ระยะทาง 160 กม. ราคาประมาณ 700 บาท/ตัน (กิโลกรัมละ 0.7 บาท)

4.2.2 กากขี้แป้งซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น มีความชื้นเท่ากับ 44.5% และมีปริมาณของแข็ง (Suspended Solid: SS) เท่ากับ 55.5 % ดังนั้น จึงต้องนำมาทำให้แห้งด้วยวิธีการตากแห้ง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นค่าแรงงานคนและค่าขนส่ง คำนวณได้ดังนี้

- ค่าแรงงานตากกากขี้แป้งสด 3,000 กก. ได้น้ำหนักแห้ง 1,665 กก. ประมาณ 950 บาท (กิโลกรัมละ 1.8 บาท)
- ค่าขนส่ง ระยะทาง 120 กม. ราคาประมาณ 500 บ./ตัน (กิโลกรัมละ 0.5 บาท)

Table 3. Cost of soil preparation for poly-bag rubber.

| Treatment | Cost (Bath/Bag) |
|---|---|
| Control | 0 |
| Organic fertilizer+rock phosphate+chemical fertilizer | 3.1 |
| Sludge+rubber latex lutoid | 0.38 |
| Sludge+rubber latex lutoid+chemical fertilizer | 0.45 |

Note: Bag = 11.5×35 cm. bag size

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการเตรียมวัสดุเพาะชำยางชำถุง ซึ่งใช้ดิน: วัสดุปรับปรุงดิน อัตรา 3: 1 โดยปริมาตร ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมื่อเปรียบเทียบการใช้วัสดุปรับปรุงดินต่างกัน พบว่า การนำกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการเพาะชำต้นยางชำถุง นั่นหมายถึง กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งสามารถเป็นทางเลือกของแหล่งธาตุอาหารและวัสดุปรับปรุงดินเพื่อการเพาะชำยางให้กับเกษตรกรด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าเดิมถึง 8 เท่า นอกจากนี้ของเหลือทิ้งที่มีโอกาสก่อปัญหากับคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชนก็ได้รับการจัดการให้เกิดประโยชน์กับชุมชน จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

## สรุป

กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ได้อย่างเท่าเทียมหรือดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการเพาะชำยางชำถุง ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารหลัก (N, P, K) และธาตุอาหารรอง (Mg) ในต้นยางชำถุงอย่างเพียงพอต่อการเติบโตของต้นยางชำถุง ทั้งในรูปความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางรัศมีเรือนยอด และมวลชีวภาพของราก (น้ำหนักแห้งของราก) อีกทั้งปริมาณฟอสฟอรัส ($P_2O_5$) ในดินเพาะชำยางชำถุงเมื่อต้นยางชำถุงอายุครบ 90 วัน ก็มีเพียงพอโดยไม่จำเป็นต้องเติมปุ๋ยหินฟอสเฟต (อัตรา 170 กรัม/หลุม) เมื่อย้ายต้นยางชำถุงปลูกลงหลุม และยังมีธาตุอาหารอื่น (N, K, Mg ฯลฯ) สำหรับการเติบโตของต้นยางพาราอีกด้วย ประกอบกับเมื่อพิจารณาในส่วนของต้นทุน พบว่า การเลือกใช้กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเป็นวัสดุปรับปรุงดินนั้นมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 8 เท่าตัว จึงเป็นทางเลือกทางหนึ่งให้กับเกษตรกรสวนยางพาราในการนำของเหลือทิ้งมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและแหล่งธาตุอาหารให้แก่ยางชำถุง และเป็นการจัดการของเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์

## เอกสารอ้างอิง


กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. **เกณฑ์การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **การผลิตต้นยางชำถุงคุณภาพมาตรฐาน.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นุชนาถ กังพิสดาร. 2547. **เอกสารวิชาการยางพารา.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โรงพิมพ์ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย. 213 หน้า.

ปนัดดา คำรัตน์. 2545. **ประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้นในการกำจัดตะกั่ว และปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิศมัย จันทุมา ปราโมทย์ สุวรรณมงคล อารักษ์ จันทุมา เฉลิมพงษ์ ขาวช่วง พิบูลย์ เพ็ชร์ยิ่ง และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2539. **ศึกษาวัสดุและอัตราการผสมดินเพื่อชำยางในถุง.** สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

วราศรี เถกปรสิทธิ์. 2543. **การใช้ประโยชน์จากกากขี้แป้งทดสอบกับการปลูกหญ้าสนาม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วลัยพร ผ่อนผัน. 2547. **การใช้ประโยชน์กากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในรูปสารบำรุงดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2547. **ข้อมูลวิชาการยางพารา.** พิมพ์ครั้งที่ 5 โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์. 2545. **โครงการวิจัยเรื่องการจัดการของเสียอุตสาหกรรมน้ำยางข้น.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2529. **การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนน้ำเสียในรูปของปุ๋ยสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรา.** สถาบันสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2536. **การจัดการกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชน เพื่อนำศักยภาพความเป็นปุ๋ยมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร.** เอกสารวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ สสวท' 36 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ มีนา พิทยโสภณกิจ ปราณี พันธุมสินชัย และ อินทิรา นิยมธูร (บรรณาธิการ) สมาคมวิศวสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย ISBN 974-583- 204-9 หจก.ไฟน์อาร์ต พับลิชชิ่ง.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2541. **การจัดการกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชน.** สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

Bingham, F.T., A.L. Page, R.J. Mahlar, and T.J. Ganje, 1975. Growth and cadmium cumulation of plant. growth on the soil treated with a cadmium-enriched sewage sludge. **J. Environ. Oual.** 4(2); 207-211.

Chaney, R.L. 1980. Health risk associated with toxic metal in manicipal sludge, sludge-health rise of land application, (Botton, G., B.L. Damron, eds.) pp. 59-83, **Ann Arbor Science Publisher,** Inc., Ann Arbon Michigan.

Gilles, J.A., Kushwaha, R.L., Hwang, C.P., and Ford, R.J. 1989. **Heavy metal residues in soil and crop from application of anaerobically digested sludge.**

Pengnoo, A., Leowarin. W., Koedsub N and Kanjanamaneesasathin. 2002. Nitrogen mineralization in soil amended with mesocrap fiber of ojl palm and other waste: A green study. Songklanakarin **J. Sci Technol.** 24 (1): 1-8.

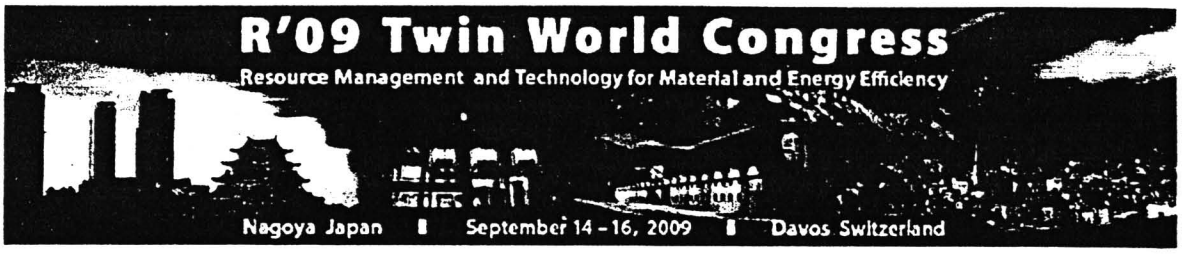
Siriratpiriya, O. 1996. **Fertilizer from eutrophication substances in water: a profitable part of water pollution investment.** The third international symposium of ETERNET-APR: conservation of the hydrospheric environment, Bangkok, Thailand.

Siriratpiriya, O. 1999. **Promotion of sludge and wastewater reuse and cooperation with residents in Thailand.** Seminar on sewage sludge treatment/disposal and reclaimed wastewater reuse in Bangkok, Japan International Cooperation Agency, Department of Drainage and Sewege, Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok, Thailand. 2 pp.

Thainugul, W. 1986. **Soil and Leaf analysis as a basis of fertilizer recommendations for *Hevea brasiliensis* in Thailand.** D.Sc. thesis, Univ. of Ghent, Belgium.

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

| | |
|---|---|
| **ผู้เสนอผลงาน** | นายสัตตะพงศ์ ชอบกตัญญู |
| **ชื่อเรื่อง** | การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำยางชำถุง<br>Replacement of fertilizers with sludge and rubber latex lutoid for nursering poly-bag rubber |
| **สถานที่ทำงาน** | - |
| **โทรศัพท์ที่สะดวกต่อการติดต่อกลับ** | 081-2647296<br>E-mail: s_chobkatanyoo@hotmail.com |
| **ประวัติการศึกษา** | วท.บ. (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง<br>ปัจจุบันกำลังศึกษาต่อในหลักสูตรสหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| **ประวัติการทำงาน** | 2550-2551 นักวิจัยผู้ช่วย รศ.ดร อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ โครงการการกำหนดมาตรฐานมลพิษและการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมเหมืองแร่และโลหกรรม แหล่งทุนสนับสนุน: กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่<br>2551 นักวิจัยผู้ช่วย รศ.ดร อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ โครงการการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างและการออกแบบสถานีไฟฟ้าต้นทางและสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง แหล่งทุนสนับสนุน: การไฟฟ้านครหลวง |
| ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญพิเศษ | - |




R'09 Twin World Congress
Nagoya Venue

# BOOK OF ABSTRACTS

**Organised by:**

EcoTopia Science Institute
NAGOYA UNIVERSITY

EMPA
Materials Science & Technology

# Contents

**Congress Information** ..... 1
**Organizing Committees** ..... 2
**R'09 Program in Nagoya Venue** ..... 5
**World Resources Forum 2009 Program** ..... 16
**Abstracts**
**Invited Plenary Lectures** ..... 17
September 14 ..... 18
September 15 ..... 20
**Oral Sessions** ..... 22
1A : Applications of Nano- and Biotechnologies for Resource Efficiency ..... 23
1B : Clean and Efficient Energy Conversion ..... 24
1C : Development of Innovative Materials ..... 26
1D : Materials and Energy Efficiency in Specific Industries ..... 28
1E : Renewable Energy ..... 31
1F : Technologies for Materials Recycling and Re-Integration ..... 34
2A : Future Development of Waste Generation ..... 37
2B : Green Production, Cleaner Production ..... 39
2C : Safe and Environmentally Sound Disposal ..... 46
3A : Modeling and Simulation for Resource Management ..... 56
4A : Policies and Human Behavior for Resource Management ..... 58
4B : Policy option for Natural Resource Management ..... 60
4C : Economics for the Management of Materials, Natural Resources and Emissions 1 ..... 62
4D : Economics for the Management of Materials, Natural Resources and Emissions 2 ..... 65
4E : Life Cycle Thinking and Environmental Indicators ..... 68
**Workshops** ..... 71
W1 : Workshop: New Rules for the Proper Handling of Community Discards ..... 72
W2 : Workshop: Eco-Wealth of Nations: An Inquiry into the Nature and Causes of the Eco-Wealth of Nations ..... 72
**Poster Sessions** ..... 73
September 14
Materials and Energy Technology –A– ..... 74
Waste and Emission Management –A– ..... 86
Political, Economic and Social Issues ..... 92
September 15
Materials and Energy Technology –B– ..... 94
Waste and Emission Management –B– ..... 105
Information and Communication Technologies ..... 115
**Congress Site Map** ..... 116
**Program Overview** ..... 117
**Sponsors**

# Congress Information

**R'09 Twin World Congress**

**Resource Management and Technology for Material and Energy Efficiency**

**September 14–16, 2009**

**Nagoya /Japan and Davos / Switzerland**

Held in conjunction with:

**The World Resources Forum (WRF)**

## Aims and Scope

The R'World Congress series promotes innovative technologies and frameworks for resource management to improve material and energy efficiencies in the production, use, and recycling of materials.

The R'09 Twin World Congress is an example and an experiment in resource management: Being held simultaneously in two parts of the world – Davos in Switzerland and Nagoya in Japan – while all plenary lectures and discussions will be shared using teleconferencing technology, this congress will avoid many intercontinental flights, which are known to account for the greatest part of the resource demand of international congresses. Accompanying scientific research will evaluate the actual savings in fossil fuels and $CO_2$ emissions. The first World Resources Forum (WRF 09) taking place in Davos on the last day of the R'09 Congress will also be shared with the R'09 participants in Nagoya.

The R'09 Twin World Congress is the 9$^{th}$ event in the bi-annual R'World Congress series, which started in 1993. It aims to improve material and energy efficiencies in industry, including energy supply, cement and building materials, metallurgical, chemical, glass, pulp and paper, machinery, the automobile and electronic industries as well as activities of collection, sorting, further treatment and final disposal of post-consumer material. The factor information and therefore the use of Information and Communication Technologies (ICTs) are of increasing importance in resource management and will find special consideration at R'09.

## Venue

R'09 will take place simultaneously at two venues in Japan and Switzerland.

- Japan: Nagoya University
- Switzerland: Davos Congress Center

## Teleconferencing Systems for the Twin Congress

The main halls at the two venues will be connected by teleconferencing technology system for five hours from 8:00 to 13:00 in Switzerland and from 15:00 to 20:00 in Japan. All plenary lectures will be shared using the system. Several on-line meeting rooms will be open to all participants during the whole congress.

## Types of Contributions

- Papers for oral presentations (15 min. plus 5 min. discussion)
- Poster presentations (90x120 cm)
- Proposals for workshops

# Organizing Committees

## Steering Committee

- Dr. Xaver Edelmann, Empa; Switzerland
  (Chairman of the Steering Committee)
- Dr. Martin Birtel, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland
- Dr. Hans-Peter Fahrni, BAFU, Switzerland
- Prof. Kiichiro Hayashi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Dr. Lorenz Hilty, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland
- Prof. Hideaki Itoh, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Mr. Martin Lehmann, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland
- Prof. Dr. Jinghai Li, Vice President, Chinese Academy of Sciences, China
- Prof. Dr. Christian Ludwig, Swiss Federal Institute of Technology at Lausanne and Paul Scherrer Institut, Joint Professorship on Solid Waste Treatment, Switzerland
- Prof. Brajendra Mishra, Colorado School of Mines, USA
- Dr. Arthur Ruf, SATW, Swiss Academy of Engineering Sciences, Switzerland

## Honorary Board of Patrons (R'09 Davos)

- Dr. Fritz Schiesser, President, ETH-Board, Switzerland
- Dr. Bruno M.C. Oberle, Director, Federal Office for the Environment, Switzerland
- Prof. Dr. René Dändliker, President, Swiss Academy of Engineering Sciences, Switzerland
- Prof. Dr. Jinghai Li, Vice President, Chinese Academy of Sciences, China
- Prof. Dr. Ernst Mohr, President of the University of St. Gallen, Switzerland
- Prof. Dr. Joël Mesot, Director Paul Scherrer Institut, Switzerland
- Prof. Dr. Reiner Kopp, Executive Board, acatech, Germany
- Prof. Dr. Markku Wilenius, Senior Vice President, Allianz SE, Germany
- State Secretary Dr. Mauro Dell'Ambrogio, Director, State Secretariat for Education and Research, Switzerland
- Prof. Dr. Gian-Luca Bona, CEO, Empa, Switzerland
- Dr. Harry Lehmann, General Director, Federal Environment Agency, Germany

## Honorary Board of Patrons (R'09 Nagoya)

- Prof. Shinichi Sakai, Environment Preservation Center, Kyoto University, Japan
- Prof. Shinichiro Nakamura, Graduate School of Economics, Waseda University, Japan
- Dr. Yuichi Moriguchi, National Institute for Environmental Studies, Japan
- Prof. Ryoichi Yamamoto, Insitute of Industrial Science, University of Tokyo, Japan
- Prof. Kiyoshi Okada, Tokyo Institute of Technology, Japan
- Prof. Tadashi Aoyagi, Mitsubishi Research Institute, Inc., Japan
- Dr. Hiroyuki Yoshikawa President, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) Japan
- Prof. Yuko Arayama, Graduate School of Economics, Nagoya University, Japan
- Prof. Hironori Hamanaka, Chair, IGES Board of Directors, Institute for Global Environmental Strategies (IGES) Japan
- Prof. Seiichi Nakagawa The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers / Toyohash University of Technology, Japan
- Prof. Sachihiko Harashina, Tokyo Institute of Technology, Japan
- Prof. Kazuo Yamamoto Environmental Science Center, The University of Tokyo, Japan
- Prof. Masaru Tanaka, Tottori University of Environmental Studies, Japan
- Prof. Hiroshi Takatsuki Biotechnology Research Center, Ishikawa Prefectural University, Japan
- Prof. Jun Murai Vice President, Keio University, Japan
- Prof. Hiroshi Esaki, Graduate School of Information and Technology, The University of Tokyo, Japan
- Prof. Youn-Woo Lee, Seoul National University, Korea
- Prof. Yunfa Chen, Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, China
- Prof. Ashwani K. Gupta, Department of Mechanical Engineering, University of Maryland, U.S.A.
- Dr. Viendra Kumar Vijay, Centre for Rural Development and Technology, Indian Institute of Technology Delhi India
- Prof. Somrat Kerdsuwan, The Waste Incineration Research Center, King Mongkut's University of Technolog North Bangkok, Thailand

- Dr. Kardono, Environmental Technology Center, BPPT, Indonesia
- Prof. Fangming Jin, Institute of Carbon Cycle Technology / School of Environmental Science & Engineering, Tongji University, China
- Prof. Sang Chun Lee, Nanoscience and Technology Department, Kyungnam University, Korea
- Prof. Guibin Jiang, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, China
- Prof. Yanqing Wu, Shanghai Jiao Tong University, China
- Prof. Yusheng Xie, Institute for Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, China
- Prof. Jen-Shih Chang, McMaster University, Canada

## Chairperson of the Scientific Committee

- Dr. Lorenz Hilty, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland

## Chairperson of the Industrial Committee

- Dr. Arthur Ruf, Swiss Academy of Engineering Sciences, SATW, Switzerland

## Local Organizing Committee, Japan

- Prof. Hideaki Itoh, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (Chair)
- Prof. Kenji Suzuki, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (Vice Chair)
- Prof. Kiichiro Hayashi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (Secretary General)
- Ms. Fumika Ogawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (Secretary)
- Prof. Tsuneo Matsui, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kuniyuki Kitagawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Arata Katayama, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Masaaki Katayama, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Takanori Nagasaki, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2009.7 - )
- Prof. Tatsuya Hasegawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Michiko Kusunoki, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Youichi Enokida, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kazuo Tateishi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Ryouichi Ichino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2009.4 - )
- Prof. Nobuo Kawaguchi, Nagoya University, Japan
- Prof. Rei Hino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Akira Sakakura, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Yuji Arita, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2008.10 - 2009.2)
- Prof. Tsunehiro Takeuchi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Tetsuya Kitagawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2008.10 - 2009.3)
- Prof. Kayo Sawada, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2009.3 - 2009.7)
- Prof. Yasushi Inoue, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Mr. Fumio Izawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2008.10 - 2009.3)
- Mr. Shinichirou Matsuoka, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan (2009.4 - )
- Mr. Yasuo Fukunaga, Aichi Prefectural Government, Japan (2009.7 - )
- Mr. Kazuhiro Kaba, Nagoya Municipal Government, Japan (2009.7 - )

Observers:

- Prof. Minoru Fujii, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Dr. Hideyuki Ito, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Mr. Aritsune Kino, Nagoya Convention & Visitors Bureau, Japan
- Ms. Sayaka Hotta, JTB Support Chubu, Japan
- Ms. Arisa Ohmura, JTB Support Chubu, Japan
- MIK International, Japan

## Local Organizing Committee, Switzerland

- Mr. Martin Lehmann, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland (Chair)
- Dr. Martin Birtel, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland
- Dr. Vlad Coroama, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland/Brasil
- Mr. Kristijan Kelava, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland
- Ms. Therese Meier-Bracher, Technology and Society Lab, Empa, Switzerland
- Ms. Maria Schönenberger, Empa, Switzerland

# Local Executive Committees, Japan

## Accountancy Subcommittee

- Prof. Takanori Nagasaki, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Ms. Maria Takeuchi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Hideaki Itoh, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kuniyuki Kitagawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan

## Editorial Subcommittee

- Prof. Yasushi Inoue, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Takashi Itoh, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Noriyuki Kobayashi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Yoshihiro Kojima, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Rei Hino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Ryo Sasai, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Dr. Tsuyoshi Itakura, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Ryouichi Ichino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kazuo Tateishi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kiichiro Hayashi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan

## Program Subcommittee

- Prof. Kazuo Tateishi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Yasushi Inoue, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kiichiro Hayashi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Kenji Suzuki, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Ryouichi Ichino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan

## Site Management Subcommittee

- Prof. Tsunehiro Takeuchi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Rei Hino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Akira Sakakura, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Tomoko Yoshida, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Ryo Sasai, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Yasushi Inoue, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan

## Pre-WRF Subcommittee

- Prof. Kiichiro Hayashi, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Minoru Fujii, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Dr. Hideyuki Ito, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Hideaki Itoh, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Ms. Fumika Ogawa, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- JTB Support Chubu, Japan

## Information Communication Subcommittee

- Prof. Masaaki Katayama, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Nobuo Kawaguchi, Nagoya University, Japan
- Prof. Rei Hino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Prof. Hideaki Itoh, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan
- Cisco Systems Inc.
- Kyoiku Sangyo Co.

## Public Information Subcommittee

- Prof. Ryouichi Ichino, EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Japan

# Program Overview

| JST | Monday, September 14, 2009 | | | | | Tuesday, September 15, 2009 | | | | | Wednesday, September 16, 2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Room I | Room II | Room III | Room IV | Room V | Room I | Room II | Room III | Room IV | Room V | |
| 08:00 | | Registration (08:00 - 16:00) | | | | Registration (08:00 - 16:00) | | | | | |
| 09:00 | | | | | | | | | | | |
| 10:00 | 4D Economics for the Management of Materials, Natural Resources and Emissions 2 | 1E Renewable Energy | 1B Clean and Efficient Energy Conversion | Workshop 1 New Rules for the Proper Handing of Community Placards | 2C Safe and Environmentally Sound Disposal -1 | 4E Life Cycle Thinking and Environmental Indicators | 1F Technologies for Materials Recycling and Re-Integration | 1D Materials and Energy Efficiency in Specific Industries | 2B Green Production, Cleaner Production - 1 | 2C Safe and Environmentally Sound Disposal -3 | |
| 11:00 | | | | | | | | | Coffee Break | | |
| 12:00 | | 12:00 – 13:30 Lunch Break | | | | 12:00 – 13:20 Lunch Break | | | 2B Green Production, Cleaner Production - 2 | | 10:30 - 12:00 Preparatory preparation of WSF |
| 13:00 | | 12:15 – 13:15 Poster Session A | | | | 12:15 – 13:15 Poster Session B | | | | | Symposium on Sound Recycling Society and Biodiversity for Future Generation in Aichi-Nagoya |
| 14:00 | 4B Policy option for Natural Resource Management | 4A Policies and Human Behavior for Resource Management | 1C Development of Innovative Materials | Workshop 2 Eco-Wealth of Nations: An Inquiry into the Nature and Causes of the Eco-Wealth of Nations | 2C Safe and Environmentally Sound Disposal -2 | 4C Economics for the Management of Materials, Natural Resources and Emissions 1 | 1A Applications of Nano- and Biotechnologies for Resource Efficiency | 3A Modeling and Simulation for Resource Management | 2B Green Production, Cleaner Production - 3 | 2A Future Development of Waste Generation | |
| 15:00 | | 15:10 – 15:30 Coffee Break | | | | 14:40 – 15:00 Coffee Break | | | | | 15:00 – 15:30 Coffee Break |
| 16:00 | | 15:30 - 16:00 Opening Session Nagoya and Davos (live transmission) | | | | 15:00 - 15:30 Opening Session Nagoya and Davos (live transmission) | | | | | 15:30 – 19:30 Live transmission from WRF Davos |
| 17:00 | | I Perspectives on Limits to Growth 37 Years Later<br>Prof. Dennis Meadows, University of New Hampshire<br>II Energy Saving with ICT – Green University of Tokyo Project –<br>Prof. Hiroshi Esaki, University of Tokyo | | | | V Environmental Pollution of New POPs in China: Challenges and Research Highlights<br>Prof. Guibin Jiang, Chinese Academy of Sciences<br>VI A Hundred Years of Resource Use of the World Economy - Dynamics, Drivers, Impacts<br>Prof. Marina Fischer-Kowalski, Klagenfurt University | | | | | |
| 18:00 | | 17:30 – 18:00 Coffee Break | | | | 17:00 – 17:30 Coffee Break | | | | | |
| 19:00 | | 18:00 - 18:30 Invited Plenary Lecture (live transmission)<br>III Work and Everyday Life in a Resource-Constrained Global Economy<br>Prof. Faye Duchin, Rensselaer Polytechnic Institute<br>IV Resource Circulation in Asia: Practical Challenges in Setting up Recycling Industries<br>Prof. Chettiyappan Visvanathan, Asian Institute of Technology | | | | 17:30 - 18:00 Invited Plenary Lecture (live transmission)<br>VII Recent Progress in Second Generation Biofuels Technology Development<br>Prof. Shiro Saka, Kyoto University<br>VIII The Link between Resource Management and Climate Change<br>Dr. Helga Weisz, Potsdam Institute for Climate Impact Research | | | | | |
| 20:00 | | Welcome Reception (Foyer) | | | | Congress Banquet (The Westin Nagoya Castle) | | | | | |

# Sponsors

| | | |
|---|---|---|
| NiCT National Institute of Information and Communications Technology<br>National Institute of Information and Communications Technology Japan | JGN2 plus<br>Advanced Testbed Network for R & D, Japan | CISCO<br>Cisco Systems, Inc. |
| APAN<br>Asia-Pacific Advanced Network | EXPO'70<br>Commemorative Organization for the Japan World Exposition '70 | EAJ<br>The Engineering Academy of Japan Inc.(EAJ) |

Aichi Prefecture, Japan

City of Nagoya Japan

Ministry of the Environment, Japan

Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC), Japan

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan

Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan

International Communications Foundation

Daiko Foundation

BAFU / FOEN, DEZA / SDC, seco, Berne, Switzerland
Board of the Swiss Federal Institutes of Technology, Zürich and Berne, Switzerland
Canton Graubünden, Chur, Switzerland
Landscape of Davos, Davos, Switzerland
Mercator Foundation Switzerland
Net4U GmbH, Zürich, Switzerland
SATW - Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (Swiss Academy of Engineering Sciences), Zürich, Switzerland
Switch, Postfach, CH-8021 Zürich, Schweiz
Swiss Association for Quality and Management Systems

この冊子は再生紙を使用しています

# Maximize Utility of Rubber Latex Lutoid for Planting Para rubber with Safety Dose of Cd, Pb, Mn, and Zn

Siriratpiriya Orawan [1], Chuaygud Suthon [2] and Chobkatanyoo Sattapong [1]
[1] Chulalongkorn University, Thailand
[2] Suratthani Rajabhat University, Thailand
Orawan.Si@Chula.ac.th

Rubber latex lutoid is generally produced 3.34 kg/ton latex as a byproduct of processing concentrated latex from latex of para rubber tree. On the one hand, chemical composition of rubber latex lutoid consists of essential elements (N, P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, etc.) for plant. On the other hand, it is contaminated with toxic heavy metals (Cd, Pb, etc.). Currently, rubber latex lutoid is a problematic waste in factory and vicinity due to odor, and leachate, while its dumping lead to air, soils and water pollution. Rubber latex lutoid, therefore possesses not only advantageous properties supporting plant growth but also the ability to inhibit plant growth such as heavy metals. With the feasibility of using rubber latex lutoid for environmentally sound disposal, it is essential to evaluate the threshold of replacement fertilizer with rubber latex lutoid.

Field experiment using rubber latex lutoid for planting para rubber stock and for nursering poly-bag rubber was therefore conducted at agriculture area tambon Saikhueng, Phrasang district, Suratthani province. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 replications. The treatments include organic fertilizer, chemical fertilizer, organic and chemical fertilizer, rubber latex Lutoid, and rubber latex lutoid plus chemical fertilizer. The budded stump RRIM 600 was planting technique. The result indicated that chemical fertilizer and organic fertilizer could be replaced by rubber latex lutoid equally or better off significantly. Evidently, organic matter, major elements (N, P, K) and minor element (Mg) were sufficient to the growth (tall, diameter, size of canopy and biomass of root) of para rubber stock and poly-bag rubber significantly. While the total and available concentration of Cd, Pb, Mn, and Zn in the soils were within safety levels. Moreover, investment cost by using rubber latex lutoid was up to 8 times lower than that of organic fertilizer and chemical fertilizers, which is about 40% of total rubber farming cost.

In conclusion, rubber latex lutoid can be used as soil amendment to improve physical properties of the soil and to avail as nutrients source for growth of para rubber stock and for nursering poly-bag rubber with safe dose at the rate of 150 kg/rai (1 ha = 6.25 rai) and at the ratio soils: rubber latex lutoid = 3:1, respectively. Therefore, waste from processing concentrated latex can be treated and managed in the form of raw material applied for maximum utility in planting para rubber safely by control toxicity part kept abreast of beneficial part for utilization. This could be an alternative for environmentally sound disposal of agricultural byproducts that cut waste, save energy and reduce greenhouse gas emissions.

*Key words*: Rubber Latex Lutoid, Planting Para rubber, Safety Dose, Heavy Metals

# Maximize Utility of Rubber Latex Lutoid for Planting Para rubber with Safety Dose of Cd, Pb, Mn, and Zn

Orawan Siriratpiriya[1], Suthon Chuaygud[2], and Sattapong Chobkatanyoo[3]

[1] The Environmental Research Institute, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

[2] Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100, Thailand

[3] Inter-Departmental of Environmental Science, Graduate School, Chulalongkorn University

Speaker: Orawan Siriratpiriya

Corresponding author: Orawan Siriratpiriya, Orawan.Si@Chula.ac.th

**Abstract**

Rubber latex lutoid, a by-product of processing concentrated latex from fresh latex, consists of macro elements (N, P, K) but contaminated with heavy metals (Cd, Pb, Mn, Zn). To clarify the feasibility for environmentally sound disposal, the field experiment using rubber latex lutoid for planting Para rubber stock and for nursering poly-bag rubber was therefore conducted at agricultural area, Suratthani province. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 and 5 replications respectively. The budded stump RRIM 600 was planting technique.

The result indicated that chemical fertilizer and organic fertilizer could be replaced by rubber latex lutoid equally or better off significantly. Evidently, organic matter and macro elements (N, P, K) were sufficient to the growth (height, diameter, size of canopy and biomass of root) of Para rubber stock and poly-bag rubber significantly. While the total concentration of Cd, Pb, Mn, and Zn in the soils were within safety levels. Moreover, investment cost by using rubber latex lutoid was 2-5 times lower than that of organic fertilizer and chemical fertilizers, which is about 40% of total Para rubber plantation cost. This could be an alternative for recycling agro-industrial waste by treated and managed in the form of raw material.

*Keywords:* Rubber Latex Lutoid, Planting Para rubber, Safety Dose, Heavy Metals

## 1 Introduction

At present, Thailand produces and exports natural rubber to the world market at the first rank. The production of natural rubber 3.137 million tonnes/ year from planting area 14,338 million rai (1 ha=6.25 rai) is not high (Rubber Research Institute, 2007) partly due to lacking of appropriate fertilizers. In practical, Thai farmers apply 11.2 Kg macro nutrients (N, P, K) /rai/yr while 42.4 Kg is recommended. One of major causes is that they could not afford the price of fertilizer which is around 40 % of total cost for Para rubber plantation (Kungpisdan, 2004). Therefore, nutrient in the soil of Para rubber tree is imbalance based on 1 ton of natural rubber consists of 20 Kg nitrogen (Tol.N), 5 Kg phosphorus (P as $P_2O_5$), and 25 Kg potassium (K as $K_2O$). This is equal to 286,000 tonnes of fertilizer (20-11-30) removed from Para rubber planting area in term of latex (Department of Agriculture, 2005).

Whilst rubber latex lutoid, a by-product of processing concentrated latex from fresh latex of Para rubber tree, can be a nutrient source due to the content of nitrogen (Tol.N) 1.18-2.81%, phosphorus ($P_2O_5$) 3,794-15,702 ppm, and potassium ($K_2O$) 1,398-30,400 ppm. (Tekprasit, 2000; Phonphan, 2004). It was utilized as a soil amendment for planting manila grass which increased growth equal to adding chemical fertilizer (Tekprasit, 2000).

In general, rubber latex lutoid is generated from concentrate latex industry around 1% by weight of dry rubber content (DRC) in fresh latex. It consists of zinc (Zn) due to preservation

and stabilization fresh latex with zinc oxide (ZnO). In addition, around 1% impurity in zinc oxide has cadmium (Cd), lead (Pb), Iron (Fe), and manganese (Mn). Besides, rubber latex lutoid is currently a problematic waste in factory and vicinity because of odor, leachate and its dumping lead to air, soils and water pollution. With the feasibility of using rubber latex lutoid for environmentally sound disposal, it is essential to evaluate the safe threshold of replacement fertilizer with rubber latex lutoid for maximum utility of its beneficial part. Hence, waste from processing concentrated latex can be recycled as a raw material back to Para rubber tree plantation.

## 2 Materials and Methods

The field experiment was conducted at agricultural area tambon Saikhueng, Suratthani province. The experiment for planting Para rubber was devided into two phases. The first one was planting Para rubber stock with rubber latex lutoid at the same rate of chemical fertilizer (0-3-0) recommended at 150 kg/rai (1 ha=6.25 rai). The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications. The plot size was 2x5 m. Duration of planting was 6 months. The second phase was nursering poly-bag rubber with the ratio soil: soil amendment (rubber latex lutoid, organic fertilizer) = 3: 1 by volume. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 replications. The size of poly-bag was 11.5x35 cm. The treatments include organic fertilizer, chemical fertilizer (20-8-20), rubber latex lutoid and its combinations. The application of chemical fertilizer (20-8-20) followed the recommened rate at 5 g/poly-bag. The budded stump RRIM 600 was planting technique. The period for nursering was 90 days. Vernia Callipper and ruler were used for measure growth. The soil extractant was tri-acid ($HNO_3$+$H_2SO_4$+$HClO_4$). Heavy metals were determined by atomic absorption spectrophotometry. The data obtained were used in the analysis of variance for computing the F-value. The data which showed at least 0.05 significant difference, comparison of the difference among treatments was done by Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT).

## 3 Results and Discussion

The soil in this experiment was very strongly acid (pH=4.53) and the fertility was low when the content of organic matter (0.71%) and amount of macro nutrients (Tol.N=0.04 %, P as $P_2O_5$=4.37 ppm, K as $K_2O$=41.38 ppm) were compared with fertility standard of Land Development Department (2002). The content of heavy metals in the soil (Cd < 0.1, Pb=0.5, Mn=3.88, Zn=1.00 ppm) was far from creating toxic problem, based on background concentrations in agricultural soil. The organic fertilizer was slightly acid (pH=6.17) and can be decomposed easily due to C: N=7.6: 1. The content of organic matter (12.05%) and of macro nutrients (Tol.N=0.75%, P as $P_2O_5$=2,941.9 ppm, K as $K_2O$=1,420.0 ppm) were considered as high level compared with standard for organic fertilizer (Department of Agriculture, 2005). The heavy metals concentration in the organic fertilizer (Cd < 0.1, Pb=0.5, Mn=3.43, Zn=180.00 ppm) were within the Thai standard of soil quality for residence and agriculture under Committee Environment Nation notice (series 25; 2004). Rubber latex lutoid was moderately alkaline (pH=8.31) and can be decomposed easily (C: N=10.03: 1). In addition, its fertility was very high because of high content of organic matter (23.76%) and macro nutrients (Tol.N=1.18%, P as $P_2O_5$=15,702.13 ppm, K as $K_2O$=1,398.00 ppm). The heavy metal concentrations in the rubber latex lutoid (Cd < 0.1, Pb=0.5, Mn=2.63, Zn=150.00 ppm) were within the Thai standard and also within the acceptable dose as compared with the CEC directive recommended for heavy metals in the sludge for agriculture (Webber et al., 1984). As a result, rubber latex lutoid has been called rubber sludge.

### 3.1 Effect on Growth

The growth of Para rubber stock at the age of 6 months is ready to be budded stump and used for planting poly-bag rubber. Figure 1 illustrates that the height of Para rubber stock applied with rubber latex lutoid was better than that of fertilizer significantly while the difference in diameter did not showed.

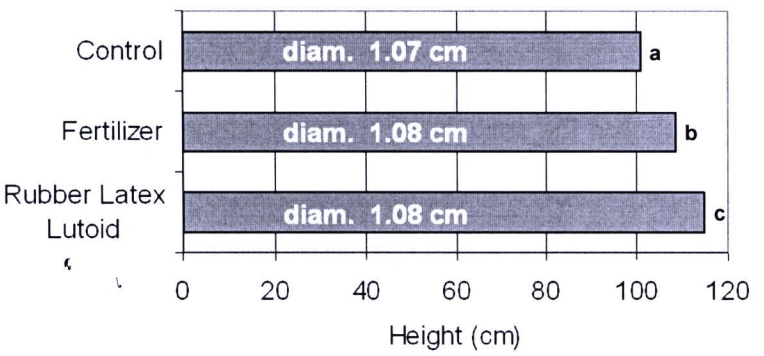



*Figure 1: The growth of Para rubber stock applied with rubber latex lutoid.*

The growth of poly-bag rubber at 90 days (Figure 2) which is time for plantation indicated that application of rubber latex lutoid resulted in good growth (height, diameter, size of canopy, biomass of root) equal to that of organic fertilizer plus chemical fertilizer. The best growth occurred when rubber latex lutoid applied with chemical fertilizer.

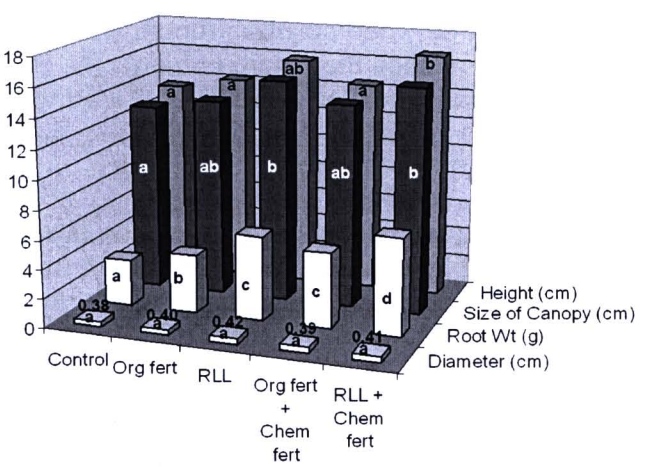



*Figure 2: The growth of poly-bag rubber applied with rubber latex lutoid (RLL).*

This is probably because the mixture provided soil pH (Table 1) with in the range of 4.5-5.5 that most suitable for the growth of Para rubber tree, though the Para rubber tree can grow under soil pH 3.8-6.0 (Department of Agriculture, 2006). In addition, availability of nutrient from slow release of rubber latex lutoid was sufficient due to C: N ratio and high content of macro nutrients (N, P, K) compared with recommended level of nutrients for the soils planting Para rubber tree (Thainugul, 1986). Moreover, the growth of Para rubber stock and of poly-bag rubber was within standard of Department of Agriculture (2006).

## 3.2 Potential of Replacement

The potential of rubber latex lutoid to replace fertilizer in this study was evaluated from the chemical properties of the soils when Para rubber stock aged at 6 months and poly-bag rubber aged at 90 days. The assessment based on 1) the content of organic matter and the amount of macro nutrients (N, P, K) for replacement of organic fertilizer and chemical fertilizer respectively, and 2) heavy metals concentration in the soils for consideration as safety dose. The investment cost was also considered for practical work.

- **Replacement organic fertilizer**

  The content of organic matter in the soil (Table 1) showed that there was non significant difference between applied rubber latex lutoid and fertilizer (0-3-0) for planting Para rubber stock. For poly-bag rubber, it was clear that organic fertilizer and chemical fertilizer can be replaced significantly by rubber latex lutoid. The content of organic matter in the poly-bag even sufficient for plantation without adding organic fertilizer as a result high level of organic matter in the soil (>4.5%; Land Development Department, 2002).

- **Replacement of Chemical Fertilizer**

  The amount of nitrogen (Tol.N), phosphorus (P as $P_2O_5$), and potassium (K as $K_2O$) indicated that fertilizer (0-3-0) could be replaced by rubber latex lutoid for planting Para rubber stock (Table 1). Based on recommended level of nutrients in the soils planting Para rubber tree (Thainugul, 1986), nitrogen content was moderate, phosphorus content was high while the content of potassium was low. In the case of poly-bag rubber, organic fertilizer or organic fertilizer plus chemical fertilizer could be replaced by rubber latex lutoid. The content of nitrogen, phosphorus and potassium were high level compared with Thainugul (1986) and Moncharoen (1979). That is to say it is unnecessary to add basal fertilizer (0-3-0) at 170 g/tree when poly-bag rubber was moved to plantation area. Rubber latex lutoid will be slow release the macro nutrients (N, P, K) due to C: N ~ 10: 1 and organic matter induced organic acid or carbonic acid lead to supplement availability of phosphorus and potassium.

- **Heavy Metals Concentration**

  The contamination of cadmium (Cd), lead (Pb), manganese (Mn) and zinc (Zn) because of adding zinc oxide (ZnO) for preservation and stabilization fresh latex has concerned people and made them hestitate to utilize rubber latex lutoid. It was proved that content of the heavy metals in the soils from planting Para rubber stock at 6 months and from poly-bag rubber at 90 days (Cd <0.1, Pb=0.5, Mn=1.53-9.10, Zn=0.30-87.75 ppm) were far from creating problem when compared with the standard of agricultural soil (Cd=3.5, Pb=500, Mn=1,800, Zn=300 ppm).

- **Investment Cost**

  Under the same condition and application rate of planting Para rubber stock and poly-bag rubber at the study area Suratthani province, the cost for comparison included labor work, transportation and price of fertilizer. As a result, rubber latex lutoid was a complementary from the Inter Rubber Latex factory. The preparation cost for 3,000 kg 7-day sun dried rubber latex lutoid with 44.5% moisture content was 1.8 baht/kg (1 USD=35 Baht). This calculation based on 155 baht/day (8 hour) labor work cost at Suratthani province. The transportation cost from the factory to study area (120 km) was 500 baht/ton rubber latex lutoid (or 0.5 baht/kg). Hence, the investment cost of application 150 kg rubber latex lutoid /rai was 345 baht whilst the price of 0-3-0 fertilizer (5 baht/kg) was 750 baht at the same application rate. For poly-bag rubber, the

investment cost /poly-bag was 0.58 baht in case of rubber latex lutoid and 0.65 baht with chemical fertilizer added, while the price of organic fertilizer/poly-bag was 2.75 baht and 3.07 baht with chemical fertilizer added.

***Table 1:*** *Chemical properties of soil planted Para rubber stock and poly-bag rubber with application of rubber latex lutoid.*

| Treatment | Chemical Properties of Soil | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | pH | OM (%) | N (Tol.N) (%) | P ($P_2O_5$) (ppm) | K ($K_2O$) (ppm) |
| **Planted Para rubber Stock at 6 months** | | | | | |
| Control | $4.52^{a}$ | $0.52^{a}$ | $0.03^{a}$ | $3.37^{a}$ | $11.70^{a}$ |
| Fertilizer | $4.50^{a}$ | $1.27a^{b}$ | $0.04^{a}$ | $16.97^{b}$ | $14.63^{a}$ |
| Rubber Latex Lutoid | $5.09^{a}$ | $3.59^{b}$ | $0.12^{b}$ | $33.40^{c}$ | $23.57^{b}$ |
| F-Value | $1.31^{NS}$ | $358.4^{**}$ | $3.39^{*}$ | $7.04^{*}$ | $6.97^{*}$ |
| **Planted Poly-bag Rubber at 90 days** | | | | | |
| Control | $4.55^{a}$ | $0.29^{a}$ | $0.02^{a}$ | $2.79^{a}$ | $15.67^{a}$ |
| Organic Fertilizer | $5.67^{b}$ | $2.88^{b}$ | $0.08^{b}$ | $1,782.17^{b}$ | $657.33^{b}$ |
| Rubber Latex Lutoid | $6.13^{c}$ | $6.60^{c}$ | $0.25^{c}$ | $1,937.53^{c}$ | $621.49^{b}$ |
| Organic Fertilizer + Chemical Fertilizer | $5.56^{b}$ | $3.20^{b}$ | $0.12^{b}$ | $1,951.50^{c}$ | $665.67^{b}$ |
| Rubber Latex Lutoid + Chemical Fertilizer | $5.85^{bc}$ | $7.01^{c}$ | $0.29^{c}$ | $1,967.75^{c}$ | $637.22^{b}$ |
| F-Value | $17.04^{**}$ | $857.5^{**}$ | $16.50^{**}$ | $5734.1^{**}$ | $762.8^{**}$ |

Number followed by the same letters is not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

## 4 Conclusions

Rubber latex lutoid can be used as a soil amendment to supply nutrients for the growth of Para rubber stock and for planting poly-bag rubber with safety dose of Cd, Pb, Mn and Zn at the rate 150 kg/rai (1 ha = 6.25 rai) and at the ratio by volume of soil: rubber latex lutoid = 3:1 respectively. The content of organic matter and macro nutrients (N, P, K) were sufficient to the growth (height, diameter, size of canopy, biomass of root) of Para rubber tree. Rubber latex lutoid can be potentially used as organic fertilizer and chemical fertilizer substitutes and sufficient enough for the next crop. The investment cost was 2-5 times lower. Therefore, waste from processing concentrated latex can be treated and managed in the form of raw material applied for maximum utility in planting Para rubber tree safely. This could be an alternative for environmentally sound disposal of agro-industrial waste that cut waste, save energy and reduce greenhouse gas emissions.

## 5 Acknowledgement

The research upon which this paper is based was supported by The Thailand Research Fund (TRF) under National Research Project on Para rubber. Acknowledgement is also made to great help of Dr. Suphasuk Pradubsuk.

## References

Committee Environment Nation Notice. (2004), Thai Standard of Soil Quality for Residence and Agriculture. Ministry of Natural Resource and Environment. Series 25.

Department of Agriculture. (2005), Recommendation of Fertilizer Used for Para rubber Tree. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative, Thailand. Academic Paper No. 8/2548.

Department of Agriculture. (2006), Para rubber Guideline. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative, Thailand. Academic Paper No. 8/2548.

Kungpisdan, N. (2004), How to Use Fertilizer for Para rubber Plantation. The Rubber Research Institute, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

Land Development Department. (2002), Standard for Soil Fertility. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

Moncharoen, L. (1979), Criteria for Classify Soil Fertility. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

Phonphan, W. (2004), Utilization of the Lutoid of Rubber Latex Industry in term of Soil Conditioner. Master of Science Thesis in Environmental Science (Inter-Department), Graduate School, Chulalongkorn University, Thailand.

Rubber Research Institute. (2007), Para rubber Academic Information 2007. The Rubber Research Institute, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

Tekprasit, V. (2000), The Utilization of the Centrifuged Residue from Concentrated Latex Industry as a Soil Conditioner. Master of Science Thesis in Environmental Management, Prince of Songkla University, Thailand.

Thainugul, W. (1986), Soil and Leaf Analysis as a Basis of Fertilizer Recommendations for Hevea brasiliensis in Thailand. D.Sc. thesis, Univ. of Ghent, Belgium.

Webber, M.D., Kloke, A. and Tjell, J. Chr. 1984. A Review of Current Sludge Use Guideline for the Control of Heavy Metal Contamination in Soil. In Processing and Use of Sewage Sludge, Hermite, P.L. and Ott, H. (eds.), Holland : D. Reidal Publishing Company. p. 371-385.

# ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
THE THAILAND RESEARCH FUND

ที่ นร 6805/0622/2551

14 กรกฎาคม 2551

เรื่อง ขอส่งข้อคิดเห็น และเสนอแนะรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2551

เรียน รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

ตามที่ท่านได้ส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการวิจัย เรื่อง "การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียชุมชนและกากขี้แป้งเพื่อการปลูกยางพารา" (สัญญาเลขที่ RDG5050109) มายังโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น บัดนี้ โครงการวิจัยฯ ยางพารา ได้รับผลการประเมินรายงานฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว โดยสรุปโครงการของท่าน**ผ่านการพิจารณาเห็นควรดำเนินโครงการวิจัยต่อไป** โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการจัดทำรายงานฯ ดังนี้

1. ทำได้ตามแผน ดี งาน Review บทที่ 2 ครบถ้วนดี (บางอย่างมีมากเกินไปโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นของ Thesis เลย)
2. ในงาน Review มีการกล่าวถึงความเป็นพิษต่อดิน และพืช และการเกิดโรคต่อคน งานวิจัยนี้หากรวมการวิเคราะห์ไว้ด้วยก็จะสมบูรณ์ โดยเฉพาะการสะสมของโลหะหนัก
3. เป็นโครงการที่ดี เป็นงานขนาดใหญ่ เพราะทำตั้งแต่ต้นตอ
4. ผู้ทรงคุณวุฒิที่จะช่วยได้ คือ นักวิชาการของสถาบันวิจัยยาง เพราะเป็นความรู้ที่ต่อยอดจากสถาบันวิจัยยางที่มีอยู่ และอาจใช้ขยายผลได้
5. นักวิจัยพึงระวังการวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น SD ให้ใส่ไว้ในตารางด้วย
6. นักวิจัยวางแผนดี มีความเอาใจใส่แทบทุกขั้นตอน เพื่อได้นำเสนอผลงานได้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

โครงการวิจัยฯ ยางพารา ใคร่ขอให้ท่านพิจารณาปรับปรุงแก้ไขรายงานฉบับต่อไปตามข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะข้างต้น และ**ส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 พร้อมกับตอบข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่อรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 มายังโครงการวิจัยฯ ยางพารา ภายในวันที่ 31 สิงหาคม 2551**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

(นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล)
ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา

**หมายเหตุ: ขอให้ท่านจัดส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 จำนวน 4 ฉบับ พร้อมกับรายงานการเงินรอบ 6 เดือนที่ 2 และสำเนาสมุดบัญชีโครงการที่แสดงรายการเดินบัญชี และหน้าแรกที่แสดงชื่อบัญชีโครงการ พร้อมลงนามรับรองสำเนาถูกต้อง**

*โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5)* โทร. 0-2278-8245 (ปิยนันท์) โทรสาร 0-2298-0477

***"ถ้าคุณต้องการทำวิจัย...biodata ให้โอกาส เชิญลงทะเบียนรับทราบโจทย์วิจัย ที่ http://biodata.trf.or.th"***

ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
14th Floor, S M Tower, 979/17-21 Phaholyothin Road, Samsennai, Phayathai, Bangkok 10400, Thailand
Tel : +66 (0) 2278-8200 Fax : +66 (0) 2298-0476 http :// www.trf.or.th E-mail : trf-info@trf.or.th

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

30 สิงหาคม 2551

**เรื่อง** ตอบข้อคิดเห็นและเสนอแนะต่อรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1

**เรียน** ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา

**อ้างถึง** หนังสือที่ นร 6805/0622/2551 เรื่องขอส่งข้อคิดเห็นและเสนอแนะรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2551

ตามที่โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ได้แจ้งให้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขรายงานฉบับต่อไป ตามข้อคิดเห็นและเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังปรากฏรายละเอียดในหนังสือที่อ้างถึง ขอเรียนเสนอเพื่อตอบข้อคิดเห็นและเสนอแนะต่อรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ดังนี้

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 1: ทำได้ตามแผน ดี งาน Review บทที่ 2 ครบถ้วนดี (บางอย่างมีมากเกินไปโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นของ Thesis เลย)

**คำตอบ** 1: ขอขอบพระคุณสำหรับคำชมที่เป็นกำลังใจอย่างยิ่ง และขอความกรุณาช่วยอนุเคราะห์ระบุหัวข้อหรือประเด็นของสาระที่มีมากเกินไปให้ด้วย เพื่อจะได้ดำเนินการตัดออกในขั้นตอนของรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 2: ในงาน Review มีการกล่าวถึงความเป็นพิษต่อดิน และพืช และการเกิดโรคต่อคน งานวิจัยนี้หากรวมการวิเคราะห์ไว้ด้วยก็จะสมบูรณ์ โดยเฉพาะการสะสมของโลหะหนัก

**คำตอบ** 2: เห็นด้วยกับข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และยินดีดำเนินการ โดยจะเสนอเพิ่มในรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ทั้งนี้ได้วิเคราะห์โลหะหนักเพิ่มในดินพื้นที่ศึกษาวิจัย (ก่อนการทดลอง) กากตะกอน กากขี้แป้ง และดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองจากแปลงทดลองต้นกล้า (ต้นตอตา) 21 แปลง และดินจากถุงเพาะชำยางชำถุง 45 หน่วยทดลอง โดยวิเคราะห์โลหะหนักทั้งธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช (Essential Element) 4 ธาตุ คือ Cu, Mn, Fe, Zn และโลหะหนักที่เป็นธาตุพิษ 3 ธาตุ คือ Cd, Pb, Ni บนพื้นฐานของโอกาสที่กากตะก่อน และกากขี้แป้งมีธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบทางเคมี เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ การวิเคราะห์โลหะหนักจึงดำเนินการวิคราะห์หาปริมาณทั้งหมด (Total concentration) ซึ่งจะบ่งบอกให้ทราบว่าโอกาสของการเกิดประโยชน์หรือเกิดความเป็นพิษทั้งหมดเป็นเท่าใด และปริมาณพร้อมใช้ (Available concentration) ซึ่งจะบ่งบอกให้ทราบถึงปริมาณที่พืชจะดูดดึง (Uptake) ได้ในช่วงฤดูปลูก

ในการนี้จึงขอได้โปรดพิจารณาเพิ่มค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับการวิเคราะห์โลหะหนักเพื่อความสมบูรณ์ของโครงการวิจัยตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในครั้งนี้ด้วย

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 3: เป็นโครงการที่ดี เป็นงานขนาดใหญ่ เพราะทำตั้งแต่ต้นตอ

**คำตอบ** 3: ขอขอบพระคุณสำหรับคำชมที่เป็นกำลังใจอย่างยิ่ง คณะผู้วิจัยมีความพร้อมและยินดีที่จะขยายโครงการดำเนินการศึกษาวิจัยจนถึงระยะเปิดกรีด ซึ่งเป็นผลกระทบตรงต่อการตัดสินใจใช้ประโยชน์ของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการเกษตร (กากตะกอน กากขี้แป้ง) ต่อการปลูกยางพารา ที่สามารถลดต้นทุนการผลิตด้วยการทดแทนปุ๋ยเคมี อีกทั้งพิสูจน์ปริมาณและคุณภาพของน้ำยางด้วย

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 4: ผู้ทรงคุณวุฒิที่จะช่วยได้ คือ สถาบันวิจัยยาง เพราะเป็นความรู้ที่ต่อยอดจากสถาบันวิจัยยางที่มีอยู่ และอาจใช้ขยายผลได้

**คำตอบ** 4: พร้อมที่จะประสานงานกับสถาบันวิจัยยางตามคำแนะนำ

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 5: นักวิจัยพึงระวังการวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น SD ให้ใส่ไว้ในตารางด้วย

**คำตอบ** 5: ขอรับคำแนะนำเพิ่มเติมว่ากรณีของโครงการซึ่งจะดำเนินการการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ ANOVA แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT) นั้น ค่า SD ที่กล่าวถึงให้ระบุไว้ในตารางด้วยเป็นค่า SD ในลักษณะใด

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 6: นักวิจัยวางแผนดี มีความเอาใจใส่แทบทุกขั้นตอน เพื่อได้นำเสนอผลงานได้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

**คำตอบ** 6: ขอขอบพระคุณสำหรับข้อคิดเห็นและคำชมที่เป็นกำลังใจอย่างยิ่งให้กับคณะผู้วิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาคำตอบต่อข้อคิดเห็นและเสนอแนะ อีกทั้งขอรับทราบคำแนะนำเพิ่มเติมต่อเนื่องจากคำตอบในครั้งนี้ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ)
หัวหน้าโครงการฯ

โทรศัพท์ : 0-2218 8218, 0-2218 8214 , 081-372 2037
โทรสาร: 0-2218 8210, 0-2218 8124
e-mail: Orawan.Si@Chula.ac.th

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
THE THAILAND RESEARCH FUND

ที่ นร 6805/0077/2552

6 กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอส่งข้อคิดเห็น และเสนอแนะรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่อง ยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2550

เรียน รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

ตามที่ท่านได้ส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โครงการวิจัย เรื่อง "การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียชุมชนและกากขี้แป้งเพื่อการปลูกยางพารา" (สัญญาเลขที่ RDG505109) มายังโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น บัดนี้ โครงการวิจัยฯ ยางพารา ได้รับผลการประเมินรายงานฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว โดยสรุปโครงการของท่าน**ผ่านการพิจารณาเห็นควรดำเนินโครงการวิจัยต่อไป** โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการจัดทำรายงานฯ ดังนี้

1. คุณภาพรายงาน
   1.1 ความก้าวหน้าตรงตามแผนงานที่วางไว้ เนื้อหา ครบถ้วน อย่างไรก็ตามมีบางส่วนที่ควรปรับปรุง เช่น เอกสาร และงานวิจัยในบทที่ 2 มีมากเกินความจำเป็น ในแต่ละหัวข้อไม่จำเป็นต้องกล่าวละเอียด เช่น 2.3.1- 2.3.6 สามารถกล่าวย่อๆ ได้ หัวข้อ 2.4 ค่อนข้างยาว หน้า 27-45 ไม่จำเป็น สามารถอ้างในเอกสารอ้างอิงได้ โดยเฉพาะหน้า 57-64 ที่เกี่ยวกับ จ. สุราษฎร์ธานีนั้น ไม่น่าจะนำมาใส่ในบทที่ 2 ควรตัดออก นอกจากนั้น ในรายงานบางแห่งมีรูปมาก แต่ขาดการอธิบาย เช่น รูปที่ 3-1, 3-2 และอีกหลายแห่งที่มีลักษณะคล้ายกัน ผู้ที่ไม่เข้าใจหรือรู้เรื่องยางดูแต่รูปอย่างเดียวจะเข้าใจยาก
   1.2 ดูเหมือนว่าวัตถุดิบทั้ง 2 จะดีกว่าปุ๋ยอินทรีย์ 2 ยี่ห้อที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ อาจเป็นไปได้ที่ในอนาคตกากตะกอน และกากขี้แป้งจะไปสู่อุตสาหกรรมทำปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่ หากหาข้อมูลได้ว่าปุ๋ยทั้ง 2 ยี่ห้อนั้น ใช้อะไรเป็นวัตถุดิบมาประกอบด้วยก็จะดี เพื่อจะได้ทราบ Threat
   1.3 หน้าที่ 27 ไม่ได้คิดต้นทุนของดินเดิม และกากตะกอนน้ำเสีย และกากขี้แป้ง
2. ข้อสังเกตุ/ ข้อเสนอแนะ
   2.1 นักวิจัยควรวิเคราะห์ผลทางสถิติในรายงานครั้งนี้ด้วยเลย ไม่ควรรอข้อมูลแล้ววิเคราะห์ทีเดียว
   2.2 วัตถุประสงค์ได้รวมการทราบศักยภาพการทดแทนปุ๋ยของกากตะกอน และกากขี้แป้งขณะนี้ได้ข้อมูลทางวิชาการแล้ว ต่อไปควรหาศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ เช่นกากทั้ง 2 อยู่ที่ไหนเท่าไหร่ ราคา (ค่าขนส่ง) เพราะการใช้งานได้จริงนั้น เกษตรกรจะคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากกว่า

*"ถ้าคุณต้องการทำวิจัย...biodata ให้โอกาส เชิญลงทะเบียนรับทราบโจทย์วิจัย ที่ http://biodata.trf.or.th"*

ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
14th Floor, S M Tower, 979/17-21 Phaholyothin Road, Samsennai, Phayathai, Bangkok 10400, Thailand
Tel : +66 (0) 2278-8200 Fax : +66 (0) 2298-0476 http :// www.trf.or.th E-mail : trf-info@trf.or.th

โครงการวิจัยฯ ยางพารา ใคร่ขอให้ท่านพิจารณาปรับปรุงแก้ไขรายงานฉบับต่อไปตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะข้างต้น และ**ส่งร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ พร้อมกับตอบข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่อรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ให้ชัดเจนว่าได้แก้ไข (ไว้ที่ใด) หรือไม่อย่างไร และแนบไว้ในส่วนสุดท้ายของร่างรายงานฉบับสมบูรณ์** มายังโครงการวิจัยฯ ยางพารา **ภายในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2552**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

(นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล)
ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา

**หมายเหตุ:** ขอให้ท่านจัดส่งร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ จำนวน 4 ฉบับ พร้อมกับรายงานการเงินรอบ 6 เดือนที่ 3 และสำเนาสมุดบัญชีโครงการที่แสดงรายการเดินบัญชี และหน้าแรกที่แสดงชื่อบัญชีโครงการ พร้อมลงนามรับรองสำเนาถูกต้อง

*โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5)* โทร. 0-2278-8245 (ปิยนันท์) โทรสาร 0-2298-0477

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

6 กุมภาพันธ์ 2552

**เรื่อง** ตอบข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

**เรียน** ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา

**อ้างถึง** หนังสือที่ นร 6805/0077/2552 เรื่องขอส่งข้อคิดเห็นและเสนอแนะรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2550

ตามที่โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ได้แจ้งให้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขรายงานฉบับต่อไป ตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังปรากฏรายละเอียดในหนังสือที่อ้างถึง ขอเรียนเสนอเพื่อตอบข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ดังนี้

1. **คุณภาพรายงาน**

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 1.1: ความก้าวหน้าตรงตามแผนงานที่วางไว้ เนื้อหา ครบถ้วน อย่างไรก็ตาม มีบางส่วนที่ควรปรับปรุง เช่น เอกสาร และงานวิจัยในบทที่ 2 มีมากเกินความจำเป็น ในแต่ละหัวข้อไม่จำเป็นต้องกล่าวละเอียด เช่น 2.3.1- 2.3.6 สามารถกล่าวย่อๆ ได้ หัวข้อ 2.4 ค่อนข้างยาว หน้า 27-45 ไม่จำเป็นเลย สามารถอ้างในเอกสารอ้างอิงได้ โดยเฉพาะหน้า 57-64 ที่เกี่ยวกับ จ. สุราษฎร์ธานีนั้น ไม่น่าจะนำมาใส่ในบทที่ 2 ควรตัดออก นอกจากนั้น ในรายงานบางแห่งมีรูปมาก แต่ขาดการอธิบาย เช่น รูปที่ 3-1, 3-2 และอีกหลายแห่งที่มีลักษณะคล้ายกัน ผู้ที่ไม่เข้าใจหรือรู้เรื่องยางดูแต่รูปอย่างเดียวจะเข้าใจยาก

**คำตอบและคำชี้แจง** 1.1: ขอขอบคุณสำหรับข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และยินดีจะปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะทั้งหมด

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 1.2: ดูเหมือนว่าวัตถุดิบทั้ง 2 จะดีกว่าปุ๋ยอินทรีย์ 2 ยี่ห้อที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ อาจเป็นไปได้ที่ในอนาคตกากตะกอนและกากขี้แป้งจะไปสู่อุตสาหกรรมทำปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่ หากหาข้อมูลได้ว่าปุ๋ยทั้ง 2 ยี่ห้อนั้น ใช้อะไรเป็นวัตถุดิบมาประกอบด้วยก็จะดี เพื่อจะได้ทราบ Threat

**คำตอบและคำชี้แจง** 1.2: เห็นด้วยกับข้อคิดเห็นที่กล่าวว่า "ในอนาคตกากตะกอน และกากขี้แป้งจะไปสู่อุตสาหกรรมทำปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่" เนื่องด้วยว่าขณะนำเสนอผลการศึกษาวิจัยในรูปแบบการจัดนิทรรศการ ในการประชุมทางวิชาการเรื่อง "การพัฒนาอย่างสมดุลและรอบด้านบนฐานความรู้" ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (12-13 มิถุนายน 2551) เจ้าของโรงงานอินเตอร์รับเบอร์ลาเทกซ์ ได้แสดงความ

สนใจต่อผลการศึกษาวิจัยและแสดงเจตนารมย์ที่จะร่วมทุนวิจัยกับ สกว. เพื่อให้คณะผู้วิจัยดำเนินการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายที่จะผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากขี้แป้งรวมทั้งจากของเหลือทิ้งอื่นของโรงงาน สำหรับการปลูกยางพารา/ปาล์มน้ำมัน โดยยินดีให้ใช้พื้นที่สวนยางพารา/สวนปาล์มน้ำมันซึ่งมีอยู่ประมาณ 2,000 ไร่ เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัย ต่อมาได้มีการติดต่อประสานงานและนัดประชุมปรึกษาหารือ 3 ฝ่าย [โรงงาน (คุณอนุชิต จิโรจโชติชัย) สกว. (อาจารย์วราภรณ์ ขจรไชยกุล คุณปิยนันท์ บุญประเสริฐ) ผู้วิจัย (รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ) ] เมื่อ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2551 จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาโครงการวิจัย และดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้รับคำแนะนำจากสกว. ขณะนี้ Concept Paper และ (ร่าง)ข้อเสนอโครงการวิจัยได้ผ่านการร่วมพิจารณาของเจ้าของโรงงานและผู้วิจัยแล้ว และกำลังอยู่ในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิของ สกว.

อีกทั้งขอขอบคุณสำหรับคำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการศึกษาวิจัยต่อเนื่องเกี่ยวกับโอกาสการทราบ Threat ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาทดลองทั้ง 2 ยี่ห้อ

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 1.3: หน้าที่ 27 ไม่ได้คิดต้นทุนของดินเดิม และกากตะกอนน้ำเสีย และกากขี้แป้ง

**คำตอบและคำชี้แจง** 1.3: เนื่องด้วยคณะผู้ศึกษาวิจัยมุ่งเน้นให้เห็นถึงต้นทุนที่เป็นค่าใช้จ่ายของปุ๋ย (เคมี/อินทรีย์) ที่จะทดแทนด้วยกากตะกอนและกากขี้แป้ง จึงไม่ได้นำต้นทุนของดินเดิมมาร่วมคำนวณด้วย หากนำมาคำนวณด้วยก็จะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่เท่ากันเพราะการเตรียมวัสดุเพาะชำใช้ดิน 3 ส่วน โดยปริมาตรเท่ากันทุกตำรับทดลอง ประกอบกับในทางปฏิบัติได้นำดินจากพื้นที่สวนยาง (บริเวณเดียวกับพื้นที่ปลูกต้นตอตายาง) มาใช้เตรียมวัสดุปลูกจึงไม่มีค่าใช้จ่ายเพื่อการซื้อดินเดิม อย่างไรก็ตามในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์คณะผู้ศึกษาวิจัยจะเพิ่มค่าใช้จ่ายที่รวมต้นทุนดินเดิมไว้เปรียบเทียบ

สำหรับต้นทุนของกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง นั้น ได้มีสาระเกริ่นไว้ในหน้า 125 แล้วว่าไม่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากทางโรงงานทั้ง 2 แห่งได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ดังนั้นต้นทุนของกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง จึงมีเฉพาะค่าขนส่งจากโรงงานไปยังพื้นที่ศึกษาวิจัยและค่าใช้จ่าย (ค่าจ้างแรงงาน) ในการเตรียมกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับจัดทำวัสดุปลูก (ผึ่งแดด ทุบ/บด ร่อน) ดังที่ได้นำเสนอการคำนวณค่าตัวเลขที่เกิดขึ้นจริงในหน้า 125-126 อย่างไรก็ตาม คณะผู้ศึกษาวิจัยจะปรับสาระและวิธีการสื่อสารที่มีความชัดเจนมากกว่าที่ได้นำเสนอไว้ในรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

นอกจากนี้ เป็นไปได้ว่าในอนาคตอันใกล้นี้ กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง จะเป็นของเหลือทิ้งที่มีราคา และมีวิธีการเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ราคาก็น่าจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามกาลเวลาที่ประโยชน์ชัดเจนเพิ่มขึ้น คณะผู้ศึกษาวิจัยมีความเห็นว่า ผลทางบวกต่อเกษตรกรสวนยางน่าจะมีมากกว่าผลทางลบ เพราะทางเลือกที่มีมากขึ้นน่าจะส่งผลต่อการแข่งขันการลดราคามากกว่าเพิ่มราคา โอกาสที่ราคาของกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งจะสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น่าจะมีน้อย อีกทั้งคุณภาพสิ่งแวดล้อมในภาพรวมของจังหวัดสุราษฎร์ธานีน่าจะดีขึ้น เนื่องจากกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้ง

ซึ่งเคยมีการนำไปทิ้งลงแหล่งน้ำหรือที่สาธารณะ ย่อมลดลงหรือไม่มีอีกเลย ด้วยตระหนักถึงประโยชน์และการใช้ประโยชน์ได้จริง

2. **ข้อสังเกตุ/ ข้อเสนอแนะ**

**ข้อสังเกตุ/ ข้อเสนอแนะ** 2.1: นักวิจัยควรวิเคราะห์ผลทางสถิติในรายงานครั้งนี้ได้เลย ไม่ควรรอข้อมูลแล้ววิเคราะห์ทีเดียว

**คำตอบและคำชี้แจง** 2.1: คณะผู้ศึกษาวิจัยมีความประสงค์ที่จะนำเสนอผลการศึกษาตามแผนงานที่ระบุไว้ในสัญญา

**ข้อสังเกตุ/ ข้อเสนอแนะ** 2.2: วัตถุประสงค์ได้รวมการทราบศักยภาพการทดแทนปุ๋ยของกากตะกอนและกากขี้แป้งขณะนี้ได้ข้อมูลทางวิชาการแล้ว ต่อไปควรหาศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ เช่นกากทั้ง 2 อยู่ที่ไหน เท่าไหร่ ราคา (ค่าขนส่ง) เพราะการใช้งานได้จริงนั้น เกษตรกรจะคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากกว่า

**คำตอบและคำชี้แจง** 2.2: เห็นด้วยกับข้อสังเกต/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้ ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์จะได้อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมและมีความชัดเจนในการสื่อสารมากกว่าที่ได้นำเสนอไว้แล้วในหน้า 125-127 ของรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาคำตอบและคำชี้แจงต่อข้อคิดเห็น ข้อสังเกต และเสนอแนะ ในครั้งนี้ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ)
หัวหน้าโครงการฯ

โทรศัพท์ : 0-2218 8218, 0-2218 8214 , 081-372 2037
โทรสาร: 0-2218 8210, 0-2218 8124
e-mail: Orawan.Si@Chula.ac.th

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
THE THAILAND RESEARCH FUND

ที่ นร 6805/0910/2552

3 พฤศจิกายน 2552

เรื่อง ขอส่งข้อคิดเห็น และเสนอแนะรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่อง ยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2550

เรียน รศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

ตามที่ท่านได้ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย เรื่อง "การทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียชุมชนและกากขี้แป้งเพื่อการปลูกยางพารา" (สัญญาเลขที่ RDG505109) มายังโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น บัดนี้ โครงการวิจัยฯ ยางพารา ได้รับผลการประเมินรายงานฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว โดยสรุปโครงการของท่าน**เป็นที่น่าพอใจ** โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการจัดทำรายงานฯ ดังนี้

1. ได้เพิ่มเติมการวิเคราะห์ความมีศักยภาพตามที่แนะนำแล้ว ซึ่งในการวิเคราะห์ศักยภาพนั้น ดูเหมือนจะขนขี้แป้งมาตากแห้งเอง จึงเป็นการขนน้ำ Business Model จริงๆ นั้นควรตากแห้งที่โรงงานน้ำยางข้น ขณะนี้มีค่าใช้จ่ายตากแห้ง 1.8 บาท/กก. หากโรงงานน้ำยางข้นตากแห้งเองและขาย 2 บาท/กก. ก็จะเกิดผลประโยชน์ทั้ง 2 ฝ่าย การมีขี้แป้งแห้งสะสมอยู่ที่โรงงานน้ำยางข้น จะทำให้เกษตรกรรายอื่นซื้อไปใช้ได้ง่ายกว่า
2. ควรแก้ไขบทคัดย่อ มี 2 ย่อหน้า ที่ใช้คำพูดซ้ำๆ กัน ควรรวบเขียนได้
3. ควรแก้สรุปผลในบทสรุปผู้บริหาร การเพาะยางชำถุง บอกว่าต้นทุนต่ำกว่าเดิม 15 เท่าบ้าง 8 เท่าบ้าง 3-8 เท่าบ้าง ขัดกันกับใน Abstract
4. ขั้นตอนในการเตรียมกากขี้แป้ง โดยการบด เป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก นักวิจัยไม่ได้เขียนประเด็นนี้ไว้ ควรเพิ่มเติมในรายงานด้วย น่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

*"ถ้าคุณต้องการทำวิจัย...biodata ให้โอกาส เชิญลงทะเบียนรับทราบโจทย์วิจัย ที่ http://biodata.trf.or.th"*

ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
14th Floor, S M Tower, 979/17-21 Phaholyothin Road, Samsennai, Phayathai, Bangkok 10400, Thailand
Tel : +66 (0) 2278-8200 Fax : +66 (0) 2298-0476 http :// www.trf.or.th E-mail : trf-info@trf.or.th

โครงการวิจัยฯ ยางพารา ใคร่ขอให้ท่านพิจารณาปรับปรุงแก้ไขรายงานฉบับสมบูรณ์ตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะข้างต้น และ**ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ พร้อมกับตอบข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะฯ ให้ชัดเจนว่าได้แก้ไข (ไว้ที่ใด) หรือไม่อย่างไร และแนบไว้ในส่วนสุดท้ายของรายงานฯ** มายังโครงการวิจัยฯ ยางพารา **ภายในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2552**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

(นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล)
ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา

**หมายเหตุ:** ขอให้ท่านจัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ จำนวน 3 ฉบับ และ CD ที่บรรจุไฟล์ (รายงานฯ/ โปสเตอร์/ บทความวิจัยฯ) ทั้ง Ms-Word และ PDF จำนวน 3 แผ่น พร้อมกับรายงานการเงินรอบ 6 เดือนที่ 3 และสำเนาสมุดบัญชีโครงการ (ที่ปิดบัญชีแล้ว) ที่แสดงรายการเดินบัญชี และหน้าแรกที่แสดงชื่อบัญชีโครงการ พร้อมลงนามรับรองสำเนาถูกต้อง มายัง โครงการวิจัยฯ ยางพารา ด้วย

*โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5)* โทร. 0-2278-8245 (ปิยนันท์) โทรสาร 0-2298-0477

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

13 พฤศจิกายน 2552

**เรื่อง** ตอบข้อคิดเห็นและเสนอแนะต่อร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

**เรียน** ผู้อำนวยการโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา

**อ้างถึง** หนังสือที่ นร 6805/0910/2552 เรื่องขอส่งข้อคิดเห็นและเสนอแนะรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2550

ตามที่โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ได้แจ้งให้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขรายงานฉบับสมบูรณ์ ตามข้อคิดเห็นและเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังปรากฏรายละเอียดในหนังสือที่อ้างถึง ขอเรียนเสนอเพื่อตอบข้อคิดเห็นและเสนอแนะต่อรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 1: ได้เพิ่มเติมการวิเคราะห์ความมีศักยภาพตามที่แนะนำแล้ว ซึ่งในการวิเคราะห์ศักยภาพนั้น ดูเหมือนจะขนขี้แป้งมาตากแห้งเอง จึงเป็นการขนน้ำ Business Model จริงๆ นั้นควรตากแห้งที่โรงงานน้ำยางข้น ขณะนี้มีค่าใช้จ่ายตากแห้ง 1.8 บาท/กก. หากโรงงานน้ำยางข้นตากแห้งเอง และขาย 2 บาท/กก. ก็จะเกิดผลประโยชน์ทั้ง 2 ฝ่าย การมีกากขี้แป้งแห้งสะสมอยู่ที่โรงงานน้ำยางข้น จะทำให้เกษตรกรรายอื่นซื้อไปใช้ได้ง่ายกว่า

**คำตอบ** 1: การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของโครงการ คือ กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเป็นประโยชน์ในการปลูกและการเติบโตของต้นกล้ายางและต้นยางชำถุงได้ และมีศักยภาพในการทดแทนปุ๋ย (ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์) เพื่อการเพาะชำยางชำถุง (ต้นกล้ายาง และต้นยางชำถุง) ได้อย่างทัดเทียมและดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเติมด้วยอัตราเติมเดียวกัน ด้วยวิธีการปลูกเดียวกันกับเกษตรกร โดยอิงมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร

แนวทางการดำเนินการศึกษาวิจัยอยู่บนพื้นฐานที่นำเสนอให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำของทิ้ง (waste) จากโรงงาน (กากตะกอนน้ำเสีย กากขี้แป้ง) ซึ่งมีโอกาสสร้างปัญหาให้ชุมชนหากไม่มีการจัดการที่เหมาะสมนั้น ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่นการเพาะชำยางชำถุง (ต้นกล้ายาง และต้นยางชำถุง) ได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ย (ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์) แนวทางปฏิบัติอยู่บนพื้นฐานการอยู่ร่วมกันแบบเอื้ออาทรและเป็นกัลยาณมิตรต่อกัน ระหว่างภาคอุตสาหกรรมการเกษตรและภาคเกษตรกรรม โดยเกษตรกรลงทุนนำของทิ้งจากโรงงานไปดำเนินการเองด้วยกระบวนการง่ายๆ โดยวิธีกลเบื้องต้น คือ ทำให้แห้งโดยผึ่งแดดบริเวณพื้นที่ว่างและใช้แรงงานเกษตรกร เท่ากับว่าเกษตรกรมีแหล่งธาตุอาหารเพื่อทำการเกษตรที่ช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่าย

ในการซื้อปุ๋ย ส่วนภาคอุตสาหกรรมการเกษตรได้ประโยชน์ในการจัดการของทิ้งบริเวณโรงงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาสภาพแวดล้อมทั้งภายในโรงงานและในชุมชน

ค่าใช้จ่ายตากแห้งกากขี้แป้งคือ 1.80 บาท/กิโลกรัม กรณีเสนอให้โรงงานผลิตน้ำยางข้นตากแห้งกากขี้แป้งเองแล้วขาย 2.00 บาท/กิโลกรัมนั้น มีประเด็นประกอบการพิจารณา ดังนี้

1. การตากกากขี้แป้งไม่อยู่ในขั้นตอนที่เป็นส่วนของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน หากโรงงานฯ ประสงค์จะเพิ่มผลิตภัณฑ์ (กากขี้แป้งตากแห้ง) หมายถึงโรงงานต้องเพิ่มกระบวนการบริหารจัดการภายในโรงงาน ซึ่งต้องเพิ่มพื้นที่สำหรับผึ่งให้แห้ง บด บรรจุถุง และสร้างโรงเรือนจัดเก็บ (เพราะสภาพภูมิอากาศของพื้นที่มีฝนตกบ่อย)

2. โรงงานฯ อาจต้องการเครื่องจักรกลในการขนย้าย รวมทั้งต้องการแรงงานเพิ่ม นั่นหมายถึง ต้องมีค่าใช้จ่ายด้านเสี่ยงภัย ประกันอัคคีภัย สวัสดิการแรงงาน ประกันสังคม

3. โรงงานฯ ต้องเพิ่มการจัดการสภาพแวดล้อมและอาชีวอนามัยให้ได้มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานโรงงาน

4. โรงงานฯ มีภาระด้านภาษี (การค้า มูลค่าเพิ่ม รายได้) เพิ่มขึ้น

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากประเด็นที่กล่าวข้างต้น เทียบกับกำไรที่โรงงานฯ จะได้รับเพิ่มขึ้น 0.20 บาท/กิโลกรัม จากการที่โรงงานฯ ตากกากขี้แป้งขายเองด้วยราคา 2.00 บาท/กิโลกรัม จึงยังไม่เห็นเป็นการสมควรเสนอให้โรงงานฯ ดำเนินการตากกากขี้แป้งเพื่อจำหน่ายให้เกษตรกร

สำหรับ Business Model เป็นประเด็นสืบเนื่องต่อจากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จำเป็นต้องศึกษาวิจัย วิเคราะห์ และสังเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม บนพื้นฐานความคุ้มค่าทางธุรกิจและกระบวนการบริหารจัดการภายในโรงงาน ทั้งนี้ Business Model เกินขอบเขตการศึกษาวิจัยและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ตามสัญญาเลขที่ RDG5050109

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 2: ควรแก้ไขบทคัดย่อ มี 2 ย่อหน้า ที่ใช้คำพูดซ้ำๆ กัน ควรรวบเขียนได้

**คำตอบ** 2: ขอขอบคุณสำหรับข้อเสนอแนะ ได้ปรับปรุงแก้ไขโดยเขียนใหม่ทั้งหมด

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 3: ควรแก้สรุปผลในบทสรุปผู้บริหาร การเพาะยางชำถุง บอกว่าต้นทุนต่ำกว่าเดิม 15 เท่าบ้าง 8 เท่าบ้าง 3-8 เท่าบ้าง ขัดกันกับใน Abstract

**คำตอบ** 3: ตัวเลขที่ปรากฏในบทสรุปผู้บริหาร และใน Abstract คือ 15 เท่า 8 เท่า 3-8 เท่า ล้วนเป็นตัวเลขที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับสาระที่เกี่ยวข้องกล่าวถึงการปลูกต้นกล้ายาง หรือการปลูกต้นยางชำถุง หรือการเพาะชำยางชำถุง (ต้นกล้ายาง และต้นยางชำถุง) โดยใช้กากตะกอนน้ำเสีย หรือกากขี้แป้ง หรือใช้กากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้ง อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับความเห็น ซึ่งบ่งบอกให้ทราบว่าการอธิบายอาจจะยังไม่ชัดเจนเพียงพอ จึงเขียนอธิบายขยายความ ดังปรากฏในหน้า 29-32 กล่าวโดยสรุปคือ กากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งสามารถทดแทนปุ๋ย (ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์) ในการเพาะชำยางชำถุง (ต้นกล้ายาง และต้นยางชำถุง) ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าประมาณ 3-8 เท่า

ทั้งนี้ การปลูกต้นกล้ายางเมื่อใช้กากตะกอนน้ำเสีย หรือกากขี้แป้ง หรือใช้กากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้งมีต้นทุนต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟต 2-7 เท่า (ตารางที่ 3-11) ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้กากตะกอนน้ำเสีย หรือกากขี้แป้ง หรือกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้งสัดส่วน 1:1 หรือ 1:3 หรือ 3:1 และเมื่อนำผลการศึกษาด้านการเติบโตของต้นกล้ายาง (ตารางที่ 3-3 และ 3-4) มาร่วมพิจารณา พบว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสีย หรือการเติมกากขี้แป้ง หรือ การเติมกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับกากขี้แป้งล้วนมีผลทำให้ต้นกล้ายางเติบโตได้ทัดเทียมหรือดีกว่าการเติมปุ๋ยหินฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวได้ว่าการปลูกต้นกล้ายางโดยใช้กากตะกอนน้ำเสียหรือกากขี้แป้งสามารถทดแทนปุ๋ยหินฟอสเฟตอัตราเติมเดียวกัน (150 กิโลกรัม/ไร่) ด้วยต้นทุนโดยเฉลี่ย ที่ต่ำกว่าประมาณ 3 เท่า

สำหรับการปลูกต้นยางชำถุงด้วยวัสดุเพาะชำตามมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร คือ ดิน: วัสดุปรับปรุงดิน (กากตะกอนน้ำเสีย กากขี้แป้ง ปุ๋นอินทรีย์) = 3:1 เมื่อนำผลการศึกษาด้านการเติบโตของต้นยางชำถุง (ตารางที่ 3-5) มาร่วมพิจารณา ซึ่งการเติมกากตะกอนน้ำเสีย หรือกากขี้แป้ง หรือการเติมกากตะกอนน้ำเสียหรือกากขี้แป้งร่วมกับปุ๋ยเคมี ล้วนมีผลทำให้ต้นยางชำถุงเติบโตได้อย่างทัดเทียม (ไม่ต่างทางสถิติ) กับการเติมปุ๋ย (ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์) นั้น พบว่าการใช้เฉพาะกากตะกอนน้ำเสียมีต้นทุนต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี (วิธีการที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน) ประมาณ 15 เท่า ส่วนการใช้เฉพาะกากขี้แป้ง มีต้นทุนต่ำกว่า 5 เท่า (ตารางที่ 3-12) ดังนั้นน่าจะกล่าวในภาพรวมได้ว่าต้นทุนวัสดุเพาะชำเพื่อการปลูกต้นยางชำถุงเมื่อใช้กากตะกอนน้ำเสียหรือกากขี้แป้งสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าโดยเฉลี่ย ประมาณ 8 เท่า

**ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ** 4: ขั้นตอนในการเตรียมกากขี้แป้ง โดยการบด เป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก นักวิจัยไม่ได้เขียนประเด็นนี้ไว้ ควรเพิ่มเติมในรายงานด้วย น่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

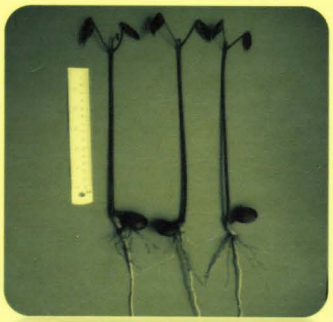
**คำตอบ 4**: ใช้วิธีกลเบื้องต้น คือใช้ฆ้อนทุบ ใช้ท่อระบายน้ำ (ปูนซีเมนต์) ขนาดเล็กบดกลิ้งไปมา

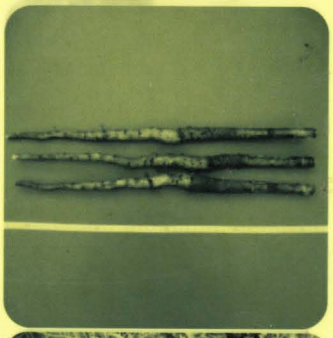
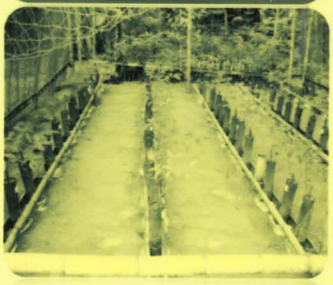
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ)
หัวหน้าโครงการฯ

โทรศัพท์ : 0-2218 8218, 0-2218 8214 , 081-372 2037
โทรสาร: 0-2218 8210, 0-2218 8124
e-mail: Orawan.Si@Chula.ac.th



โครงการการทดแทนปุ๋ยด้วยกากตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำยางชำถุง

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2552